Tigh BindingAnd Text Fly

UNIVERSAL LIBRARY
OU_200502
UNIVERSAL LIBRARY

X-RAY

AND ITS APPLICATIONS IN MEDICINE AND SCIENCE

(IN KANNADA)

BY

U. RAGHAVENDRA ACHARYA, B.Sc.(Hons.)

Lecturer in Physics, Loyola College, Madras.

With a Foreword

BY

The Hon'ble Dr. U. RAMA RAU, M.L.C.

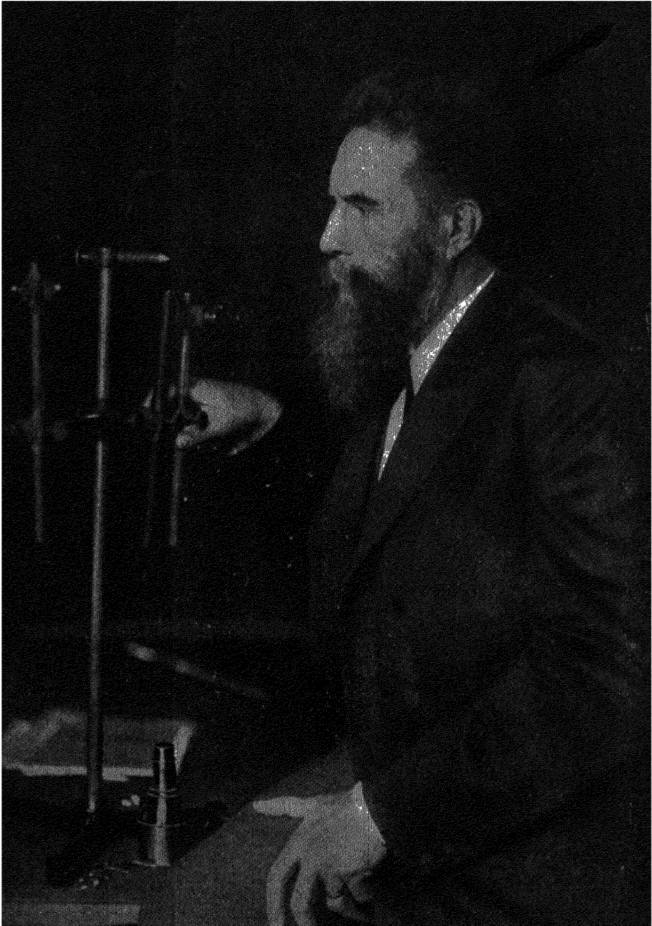
President, Legislative Council, Madras.

1940

First Edition.]

[Rights Reserved

This Book has been awarded the '**Prize for the encouragement of works on modern subjects in Dravidian languages**' by the University of Madras for the year 1939-'40.



ವಿಲ್ಹೆಲ್ಮ್ ಕಾನ್ರಾಡ್ ರೋಂಟ್ಜನ್.

(1845 - 1923.)

ಎಕ್ಸ್ - ರೇ

ಲೇಖಕರು :

ಯು. ರಾಘವೇಂದ್ರ ಆಚಾರ್ಯ, ಬಿ. ಎಸ್. ಸಿ. (ಆನರ್ಸ್)

ಫಿಸಿಕ್ಸ್ ಲೆಕ್ಚರರ್,

ಲೊಯೋಲಾ ಕಾಲೇಜು, ಮದ್ರಾಸು.

ಆನರೆಬಲ್, **ಡಾಕ್ಟರ್ ಯು. ರಾಮರಾಯರ**

ಮುನ್ನುಡಿಯೊಡನೆ.

1940

ಪ್ರಥಮ ಮುದ್ರಣ.] [ಹಕ್ಕು ಕಾದಿಡಲ್ಪಟ್ಟಿದೆ.

ಸ್ವದೇಶ ಭಾಷೆಗಳಲ್ಲಿ ನವೀನ ಶಾಸ್ತ್ರ ಪುಸ್ತಕಗಳ ಪ್ರಚಾರವನ್ನು ಅಭಿವೃದ್ಧಿಗೊಳಿಸುವುದಕ್ಕಾಗಿ ಮದರಾಸ್ ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾಲಯದವರಿಂದ ನಿರ್ಣಯಿಸಲ್ಪಟ್ಟ 1939–40 ನೇ ಇಸವಿಯ ಬಹುಮಾನವನ್ನು ಈ ಪುಸ್ತಕವು ಪಡೆದಿದೆ.

ಅನುಕ್ರಮಣಿಕೆ.

FOREWORD.

I HAVE been asked by Mr. U. Raghavendra Acharya to write a Foreword to his book on X-Ray and I gladly do so. Being myself a lover of the Kannada language and a physician who first introduced treatment by X-Rays in my own clinic in the City of Madras in the early part of this century, this book is of more than ordinary interest to me.

Electricity plays a prominent role not only in the economic and industrial regeneration of any country but also in the field of Medicine, Surgery and Therapeutics. Our ancient Hindu sages and savants possessed, we are told in our sastras, marvellous occult powers and performed miraculous feats because of the pent-up Ultra-Violet rays drawn direct from the Sun during their morning and evening meditations and when those sastras enjoined on us to do similar meditations and enjoy similar benefits, we laughed and scoffed at those ideas, because we ignorantly believed them to be unscientific. But now the Scientists have veered round to our ancient ideas and have upheld them to be truly scientific. The Sun's rays have since been artificially produced by means of Electricity and with the help of Ultra-Violet rays, X-Rays etc., medical men are able to

cure what at one time had been considered incurable diseases, cancer to wit.

In bringing the potentialities of the X-Rays to the notice of the laymen and making Kannada as the medium of expression, the author has undoubtedly placed the Kannada speaking population of India, under a deep debt of gratitude to him. It is seldom an easy affair to write scientific books in Indian languages for the simple reason that apt synonyms are not available for scientific expressions. The author has overcome these difficulties by translating wherever possible and retaining the English expressions where suitable equivalents cannot be had or easily coined. This is as it should be. The book is written in an easy, flowing style and the author has a method of his own, of explaining in a lucid and story-like manner such a complicated and comparatively modern subject as X-Rays. I am happy to remark that, in popularising the subject, its rigour is not in the least sacrificed. The author has to be congratulated for a pioneer work of this sort which is a welcome addition to Kannada literature which already abounds in poetry, drama, novels and short stories. I hope that this work will be the forerunner of many others which will help us to fill the longfelt gaps among Kannada books in our shelves.

Vernacularisation is no longer a cry in the wilderness it once was, but it has become a live

issue with the Educational authorities. The Universities in India and the Educational Department of the Government should give up moving in their old, beaten track and, marching with the times, should encourage the study of scientific subjects in the mother tongue. In my humble opinion, this book may profitably be prescribed as a text book for the High School and College students, whose second language is Kannada, so that they may be better able to understand and realise the importance of X-Rays in their future daily lives.

The book abounds with illustrations and I hope it will be widely read and appreciated by the Kannada speaking people, for whom it is intended.

Madras,
16-4-1940.

U. RAMA RAU.

ಮುನ್ನುಡಿ

ಈ ಪುಸ್ತಕಕ್ಕೆ ಮುನ್ನುಡಿಯನ್ನು ಬರೆಯಬೇಕೆಂದು ನನ್ನ ಮಿತ್ರರಾದ ಶ್ರೀಮಾನ್, ಯು. ರಾಘವೇಂದ್ರಾಚಾರ್ಯರು ನನ್ನನ್ನು ಕೇಳಿಕೊಂಡುದಲ್ಲದೆ, ಈ ಕಾರ್ಯವನ್ನು ನಾನು ಸಂತೋಷದಿಂದ ಕೈಕೊಳ್ಳುವುದಕ್ಕೆ ಬೇರೆ ಎರಡು ಕಾರಣಗಳೂ ಸೇರಿವೆ. ಕರ್ಣಾಟಕ ಭಾಷೆಯಲ್ಲಿ ನನಗಿರುವ ವಿಶೇಷ ಪ್ರೇಮವೊಂದು, ಈ ಮದರಾಸ್ ನಗರದಲ್ಲಿ ಎಕ್ಸ್‌ರೇ ಮೂಲಕವಾಗಿ ವೈದ್ಯಚಿಕಿತ್ಸೆ ನಡೆಸುವ ಪದ್ಧತಿಯು ಮೊಟ್ಟಮೊದಲು ನನ್ನ ಚಿಕಿತ್ಸಾಶಾಲೆಯಲ್ಲಿ ನನ್ನಿಂದ ಈ ಶತಮಾನದ ಆದಿಭಾಗದಲ್ಲಿಯೇ ಆರಂಭಿಸಲ್ಪಟ್ಟುದು ಮತ್ತೊಂದು. ಈ ಕಾರಣಗಳೆರಡೂ ಈ ಹೊಸಪುಸ್ತಕದ ವಿಷಯದಲ್ಲಿ ಒಂದೆರಡು ಮಾತುಗಳನ್ನು ಬರೆಯಲು ನನಗೆ ಉತ್ತೇಜಕವಾದುವು.

ವಿದ್ಯುಚ್ಛಕ್ತಿಯೆಂಬುದು ಒಂದು ದೇಶದ ಆರ್ಥಿಕಸ್ಥಿತಿಯ ಮತ್ತು ಕೈಗಾರಿಕೆಗಳ ಅಭಿವೃದ್ಧಿಗೆ ಮುಖ್ಯಾಧಾರವೆಂಬುದು ಮಾತ್ರವಲ್ಲದೆ, ಔಷಧಚಿಕಿತ್ಸೆ, ಶಸ್ತ್ರಚಿಕಿತ್ಸೆ ಮುಂತಾದ ಕಾರ್ಯಗಳಲ್ಲಿಯೂ ಅದರ ಪ್ರಯೋಜನವೆಷ್ಟೆಂಬುದನ್ನು ನಾನು ಇಲ್ಲಿ ಹೇಳಬೇಕಾಗಿಲ್ಲ. ನಮ್ಮ ಪುರಾತನ ಮಹರ್ಷಿಗಳು ಪ್ರಾತಸ್ಸಾಯಂಕಾಲಗಳಲ್ಲಿ ನಡೆಸುತಿದ್ದ ಸೂರ್ಯೋಪಾಸನೆಯಮೂಲಕವಾಗಿ, ತಮ್ಮ ದೇಹಕ್ಕೆ ಆಕರ್ಷಿಸಿದ ಅಲ್ಟ್ರಾವಯೊಲೆಟ್ ಎಂಬ ಸೂರ್ಯಕಿರಣಗಳ ಸಂಬಂಧದಿಂದ, ಅಸಾಧಾರಣವಾದ ದೇಹಬಲ ಮನೋಬಲಗಳನ್ನು ಪಡೆದಿದ್ದರೆಂದು ನಮ್ಮ ಪುರಾತನ ಗ್ರಂಥಗಳಿಂದ ತಿಳಿದು ಬರುತ್ತಿದೆ. ಅದೇಮಾರ್ಗವನ್ನನುಸರಿಸಿ, ನಾವು ಅದೇವಿಧವಾದ ಪ್ರಯೋಜನವನ್ನು ಪಡೆಯಲು ನಮ್ಮ ಗ್ರಂಥಗಳು ನಮಗೆ ಬೋಧಿಸುತ್ತಿದ್ದರೂ, ಅವೆಲ್ಲ ಈಗಿನ ಕಾಲದ ತರುಣರಿಗೆ ಹಾಸ್ಯಾಸ್ಪದಗಳಾಗಿ ತೋರಿ, ಅನೇಕರು ಅದನ್ನು ಅಪ್ರಮಾಣ

ವೆಂದು ನಿರಾಕರಿಸುವುದುಂಟು. ಆದರೆ, ಈಚೀಚೆಗೆ ಪಾಶ್ಚಾತ್ಯ ನವೀನ ಶಾಸ್ತ್ರಜ್ಞರಲ್ಲಿಯೇ ಅನೇಕರು ತಲಸ್ಪರ್ಶಿಯಾದ ಪರಿಶೋಧ ನೆಗಳಿಂದ. ನಮ್ಮ ಪೂರ್ವಿಕರ ಅಭಿಪ್ರಾಯಗಳೆಲ್ಲ ಶಾಸ್ತ್ರಸಮ್ಮತಗ ಳೆಂದೇ ಒಪ್ಪಿಕೊಂಡಿರುವರು. ಅದನ್ನನುಸರಿಸಿಯೇ ಈಚೆಗೆ ಪಾಶ್ಚಾತ್ಯ ಶಾಸ್ತ್ರಜ್ಞರು ವಿದ್ಯುಚ್ಛಕ್ತಿಯಮೂಲಕವಾಗಿ ಕೃತಕವಾದ ಸೂರ್ಯ ಕಿರಣಗಳನ್ನು ಉಂಟುಮಾಡಿ, ಅದರಿಂದ ಎಕ್ಸ್‌ರೇ ಮತ್ತು ಅಲ್ಟ್ರಾವಯೊಲೆಟ್ ಕಿರಣಗಳನ್ನು ಸಂಗ್ರಹಿಸಿ, ಅವುಗಳಮೂಲಕ ವ್ರಣವ್ಯಾಧಿ ಮುಂತಾದ ಹಲವು ಕಠಿನರೋಗಗಳನ್ನೆಲ್ಲ ಗುಣಪಡಿ ಸುವ ಮಾರ್ಗಗಳನ್ನು ತೋರಿಸಿದರು. ಅದರಿಂದ ಈಗಿನ ವೈದ್ಯ ಚಿಕಿತ್ಸಕರಿಗೆ ಎಷ್ಟೋ ಅನುಕೂಲವಾಗಿದೆ.

ಈ ಎಕ್ಸ್‌ರೇ ಪ್ರಯೋಗದಿಂದಾಗುವ ವಿವಿಧ ಪ್ರಯೋಜನಗ ಳೂ, ಅದರ ವಿಚಿತ್ರಶಕ್ತಿಯೂ ಕನ್ನಡವನ್ನು ಬಲ್ಲ ಸಾಮಾನ್ಯಜನ ರಿಗೂ ತಿಳಿಯುವಂತೆ ಬರೆದು ಈ ಪುಸ್ತಕವನ್ನು ಪ್ರಕಟಿಸಿದ ಗ್ರಂಥ ಕರ್ತರು, ಕನ್ನಡಿಗರ ಸಂಪೂರ್ಣ ಕೃತಜ್ಞತೆಗೆ ಪಾತ್ರರಾಗಿರುವರು.

ಇಂತಹ ಶಾಸ್ತ್ರೀಯ ವಿಚಾರಗಳನ್ನು ನಮ್ಮ ಸ್ವದೇಶಭಾಷೆಯಲ್ಲಿ ಬರೆಯುವುದೆಂದರೆ ಸುಲಭಕಾರ್ಯವಲ್ಲ. ನಮ್ಮಲ್ಲಿ ಸರಿಯಾದ ಸಾಂಕೇತಿಕ ಶಬ್ದಗಳು ದೊರಯುವುದಿಲ್ಲ. ಹಾಗಿದ್ದರೂ ಗ್ರಂಥಕರ್ತರು ಆ ಲೋಪವು ತೋರದಂತೆ, ಸಾಧ್ಯವಾದ ಕಡೆಗಳಲ್ಲೆಲ್ಲ ಹೊಂದಿಕೆ ಯಾದ ದೇಶ್ಯಪದಗಳನ್ನುಪಯೋಗಿಸಿ ಭಾಷಾಂತರೀಕರಿಸಿರುವರು. ಅಸಾಧ್ಯವಾದ ಕಡೆಗಳಲ್ಲಿ ರೂಢಿಯಾದ ಆಂಗ್ಲೇಯ ಶಬ್ದಗಳನ್ನು ಹಾಗೆಯೇ ಉಪಯೋಗಿಸಿರುವರು. ಪುಸ್ತಕವು ಸುಲಭಶೈಲಿಯಲ್ಲಿ ಬರೆಯಲ್ಪಟ್ಟಿರುವುದಲ್ಲದೆ, ಇದರಲ್ಲಿ ಬಹಳ ತೊಡಕಾದ ಶಾಸ್ತ್ರೀಯ ವಿವರಣೆಗಳುಕೂಡ, ಓದುವವರಿಗೆ ಕಥೆಗಳನ್ನೋದಿದಂತೆ ಆದರವನ್ನು ಹುಟ್ಟಿಸುವಹಾಗಿವೆ. ಈ ಗ್ರಂಥಕರ್ತರು ಶಾಸ್ತ್ರೀಯ ಸಂಕೇತಗಳಿಗೆ ಲೋಪವು ಬಾರದಂತೆ ಇಷ್ಟು ಸುಲಭಶೈಲಿಯಲ್ಲಿ ವಿಷಯಗಳನ್ನು ವಿವರಿಸಿರುವುದು ಸಂತೋಷಾರ್ಹವಾಗಿದೆ. ಗದ್ಯ, ಪದ್ಯ ಕಾವ್ಯಗಳು,

ನಾಟಕಗಳು, ಕಾದಂಬರಿಗಳು, ಸಣ್ಣ ಕಥೆಗಳು ಮುಂತಾದ ವಿವಿಧ ಗ್ರಂಥಸಮೃದ್ಧಿಗಳಿದ್ದರೂ, ನಮ್ಮ ಭಾಷೆಯಲ್ಲಿ ಈತರದ ನವೀನ ಶಾಸ್ತ್ರ ಪುಸ್ತಕವು ಬಹಳ ವಿರಳವಾದುದರಿಂದ, ಗ್ರಂಥಕರ್ತರ ಈ ಪ್ರಥಮ ಪ್ರಯತ್ನವು ಅಭಿನಂದಿಸತಕ್ಕುದಾಗಿದೆ. ಈ ಪುಸ್ತಕವೇ ಆದರ್ಶವಾಗಿ ಇನ್ನುಮುಂದೆ ಇದರಂತೆ ಇನ್ನೂ ಅನೇಕ ನವೀನ ಶಾಸ್ತ್ರಪುಸ್ತಕಗಳು ಕನ್ನಡದಲ್ಲಿ ಪ್ರಚಾರಕ್ಕೆ ಬಂದು, ಆ ವಿಷಯದಲ್ಲಿ ಕನ್ನಡ ಸಾಹಿತ್ಯಕ್ಕಿರುವ ಕೊರತೆಯನ್ನು ನೀಗಿಸುವುವೆಂದು ನಂಬುತ್ತೇನೆ.

ಎಲ್ಲಾ ವಿಷಯಗಳನ್ನೂ ದೇಶಭಾಷೆಯ ಮೂಲಕವಾಗಿಯೇ ಬೋಧಿಸಬೇಕೆಂಬ ಪ್ರಯತ್ನವು ಹಿಂದಿನಂತೆ ಈಗ ಬರೀ ಶುಷ್ಕವಾದದ್ದಾಗಿಲ್ಲದೆ, ಈಗೀಗ ಅದಕ್ಕೆ ತೀವ್ರವಾದ ಗಮನವು ಕೊಡಲ್ಪಡುತ್ತಿದೆ. ಇಂಡಿಯಾದೇಶದ ಎಲ್ಲಾ ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾಲಯಗಳೂ, ಮತ್ತು ವಿದ್ಯಾ ಇಲಾಖೆಯ ಅಧಿಕಾರಿಗಳೂ, ಈಗಲೂ ಬರೀ ಹಳೆಯಪದ್ಧತಿಯನ್ನೇ ಹಿಂಬಾಲಿಸುತ್ತಿರದೆ, ಈ ಕಾಲಕ್ಕೆ ತಕ್ಕಂತೆ, ನಮ್ಮ ದೇಶಭಾಷೆಗಳಲ್ಲಿ ಇಂತಹ ಶಾಸ್ತ್ರಪುಸ್ತಕಗಳನ್ನು ಅಭಿವೃದ್ಧಿಗೊಳಿಸುವುದಕ್ಕೆ ತಕ್ಕ ಪ್ರೋತ್ಸಾಹಗಳನ್ನು ಕೊಡಬೇಕು. ಇಂತಹ ಪುಸ್ತಕಗಳನ್ನೇ ಪಠ್ಯ ಗ್ರಂಥಗಳನ್ನಾಗಿ ನಿಯಮಿಸಿ, ಶಾಲೆಗಳಲ್ಲಿಯೂ, ಕಲಾಶಾಲೆಗಳಲ್ಲಿಯೂ ಓದಿಸಿ, ಜನಜೀವನದಲ್ಲಿ ಎಕ್ಸ್‌ರೇ ಮುಂತಾದ ಶಾಸ್ತ್ರೀಯ ಸಾಧನಗಳ ಪ್ರಯೋಜನವು ಸಾರ್ವಜನಿಕವಾಗಿ ತಿಳಿಯುವಂತೆ ಮಾಡಬೇಕಾದುದು ಅತ್ಯವಶ್ಯವೆಂದು ನನ್ನ ಅಭಿಪ್ರಾಯವು. ಸಚಿತ್ರವಾದ ನಿರೂಪಣೆಗಳನ್ನೊಳಕೊಂಡ ಈ ಪುಸ್ತಕವು ಕರ್ಣಾಟಕಪ್ರಾಂತದೊಳಗೆಲ್ಲ ಸರ್ವಾದರಣೀಯವಾಗಿ, ವಿಶೇಷ ಪ್ರಚಾರಕ್ಕೆ ಬರುವುದೆಂದು ನಂಬುತ್ತೇನೆ.

ಮದ್ರಾಸ್,
16-4-1940.

ಯು. ರಾಮರಾವ್.

PREFACE.

OURS is an age of scientific inventions and discoveries. Man has conquered the five elements and is perfecting his mastery over them. The means of communication have become so efficient and quick that distance is almost annihilated. The news from one place reaches another, thousands of miles away, almost instantaneously by means of wireless. What used to take a month before, is now achieved in less than a second. So, along with distance, time is also annihilated. The whole world has shrunk into a tiny sphere.

Science, as a hand-maid of man, has given him hundreds of comforts and articles of luxury. It has saved him from drudgery and labour, leaving him time for the pursuit of higher and nobler ideals. Science has helped him to combat many of the deadly diseases which scourge mankind and take a toll of millions of people every year. If to-day man's sphere of activity and interest has spread much beyond his hearth and home, if to-day man can freely carry on his intellectual and spiritual pursuits without the dread of diseases, it is entirely due to Science and its band of selfless votaries. To give one example, cancer was till recently one of the virulent diseases against which man was helpless. It is in the discovery of X-Rays by Roentgen that there is now a means

of curing this disease. Our gratitude to Science and scientists should never be damped or diminished by the crimes of the thoughtless few who, in the pursuit of their ambitions, prostitute Science and plunge the world into destructive wars.

Science has so penetrated the masses and so influenced the life of the common people that not a second passes without our using one or the other of its innumerable appliances. The clothes we wear, the newspapers we read and the vehicles we use, are some of the examples. Hence is the interest which a layman exhibits in understanding the mysteries of Science. There is now a great demand for popular expositions of the intricate theories of Science. This demand is partially met by the output of popular books in thousands which we see daily. But mostly these books are written in English. The percentage of English-knowing people in our country is, of course, very small. So the importance of these popular scientific books in the mother-tongue cannot be under-estimated. The University authorities have rightly realised the importance of such works in the Indian languages and are encouraging the publication of such books by offering decent prizes. There is no better service which the University can render to the languages than the encouragement of such books.

The present book is almost the first of its kind in the Kannada language. Hence it is

bound to have all the difficulties and defects which face the pioneer. An attempt is made in this book to explain abstruse and difficult theories in simple words with suitable explanations and analogies. The matter is so graded that a layman, without any knowledge of the subject, can follow it with the least difficulty. The two difficult chapters, "Crystal Structure" and "Physics of X-Ray" are given in the end, because, for their understanding, a knowledge of the fundamentals of Physics is needed. The book is written with an idea to satisfy at one and the same time a layman as well as a physicist. Naturally, the centre of gravity is shifted from the language to the subject matter. Whereas a few simple technical words are coined and translated, some of the more fundamental scientific terms, such as 'electron' and 'proton', are used as such in Kannada, because I feel that to express new ideas, new words and constructions are absolutely essential and the language can very well be enriched by the use of such terms without in any way losing its self respect and purity. Have not the Sanskrit words naturally and freely got into the vocabulary of Kannada, Malayalam, Tamil, and Telugu? Are there not instances in which the same scientific words are used in the German, French, and English languages? It is for this reason that I have not attempted to translate the word 'X-Ray' into its Kannada equivalent, because

every man thinks and talks of it only in terms of X-Rays.

I should take this opportunity of thanking Pandit Devashikhamany Alasingarachariyar for the invaluable help he has rendered me in preparing the manuscripts for the press, also Mr. Kota Sivarama Karanth and Mr. M. Govinda Rau, B.A. Vidvan, for the great interest they have taken in the publication of this book. I thank the Proprietors of the Victor X-Ray Corporation, Bombay, for their kindness in lending me some of their blocks but for which the book would not have been what it is. I also thank the Proprietors of the Antiseptic Press for the excellent get-up of the book.

Loyola College,
Madras.
16-4-1940.

U. R. ACHARYA.

ವಿಜ್ಞಾಪನೆ.

ಈಗಿನ ನಮ್ಮ ಕಾಲವನ್ನು ನವೀನ ಶಾಸ್ತ್ರಗಳ ಮತ್ತು ಶೋಧನೆಗಳ ಯುಗವೆನ್ನಬಹುದು. ಮನುಷ್ಯನು ಈಚೀಚೆಗೆ ಪಂಚಭೂತಗಳನ್ನೂ ಜಯಿಸಿ ತನ್ನ ವಶಮಾಡಿಕೊಂಡು, ಅವುಗಳಮೇಲೆ ಸ್ವೇಚ್ಛಾಧಿಕಾರವನ್ನು ನಡೆಸಲು ಯತ್ನಿಸುವನು. ಈಗಿನ ಕಾಲದ ಪ್ರಯಾಣ ಸಾಧನಗಳಿಂದ ಮನುಷ್ಯನಿಗೆ ದೂರದೇಶವೆಂಬುದೇ ಇಲ್ಲ. ಒಂದುಕಡೆಯಲ್ಲಿ ನಡೆಯುತ್ತಿರುವ ಸಂಗತಿಯು ಸಾವಿರಾರು ಮೈಲುಗಳ ದೂರದಲ್ಲಿರುವ ಪ್ರದೇಶಕ್ಕೂ ಆಕಾಶವಾಣಿಯ ಮೂಲಕವಾಗಿ ಆಯಾಕ್ಷಣವೇ ಬಂದು ಮುಟ್ಟುವುದು. ಹಿಂದಿನ ಕಾಲದಲ್ಲಿ ಒಂದು ತಿಂಗಳ ಕಾಲವು ಹಿಡಿಯುತ್ತಿದ್ದ ಕಾರ್ಯವು ಈಗ ಒಂದು ಕ್ಷಣದಲ್ಲಿ ನಡೆದು ಹೋಗುವುದು. ಹೀಗೆ ಶಾಸ್ತ್ರೀಯವಾದ ನವೀನ ಸಾಧನಗಳಿಂದ ಈಗ ನಮಗೆ ದೂರವೂ, ಕಾಲವೂ ತಿಳಿಯದಂತಾಗಿ, ಮಹಾ ಪ್ರಪಂಚವೇ ಒಂದು ಸಣ್ಣ ಗೋಳಕ್ಕೆ ಸಮಾನವೆನಿಸಿದೆ.

ಈಚೆಗೆ ಈ ನವೀನ ಶಾಸ್ತ್ರಾಭಿವೃದ್ಧಿಯಿಂದ ಮನುಷ್ಯನಿಗೆ ಹಲವು ವಿಧದ ಸೌಕರ್ಯಗಳೂ, ಭೋಗಸಾಮಗ್ರಿಗಳೂ ಒದಗಿವೆ. ಅದರಿಂದ ಮನುಷ್ಯನಿಗೆ ಅನೇಕವಿಧದ ಕಾರ್ಯಶ್ರಮಗಳೂ, ದುಡಿತವೂ ತಗ್ಗಿ, ಮುಂದೆ ಅವನು ಇನ್ನೂ ಮೇಲೆಮೇಲೆ ಘನಪ್ರಯತ್ನಗಳನ್ನು ನಡೆಸಲು ತಕ್ಕಷ್ಟು ಅವಕಾಶವೂ ದೊರೆಯುವಂತಾಗಿದೆ. ಈ ಶಾಸ್ತ್ರ ಶೋಧನೆಗಳ ಬಲದಿಂದ, ವರ್ಷವರ್ಷವೂ ಲಕ್ಷಸಂಖ್ಯೆಯ ಜನಗಳನ್ನು ಮರಣಕ್ಕೀಡುಮಾಡುತಿದ್ದ ಅತಿಕ್ರೂರವ್ಯಾಧಿಗಳೂ ಅಡಗಿಸಲ್ಪಟ್ಟಿವೆ.

ಈಗ ಮನುಷ್ಯನ ಜ್ಞಾನವು ಮೊದಲಿನಂತೆ ಅವನ ಸುತ್ತುಮುತ್ತಲಿನ ಸನ್ನಿವೇಶಗಳಲ್ಲಿಮಾತ್ರ ಸಂಕುಚಿತವಾಗಿರದೆ, ಇನ್ನೂ ಮೇಲುಮೇಲಿನ ಘನವಿಚಾರಗಳಲ್ಲಿ ಅವನ ಬುದ್ಧಿಯು ಓಡುತ್ತಿರು

ವುದು ನಿಜವಾದರೆ, ಆಗಾಗ ತಲೆದೋರುವ ತೀವ್ರರೋಗಗಳ ಭಯಕ್ಕೇನೂ ಅವಕಾಶವಿಲ್ಲದೆ, ಈಗ ಅವನ ಮನಸ್ಸು ನೆಮ್ಮದಿಯಿಂದ ಜ್ಞಾನ ವಿಜ್ಞಾನ ವಿಚಾರಗಳಲ್ಲಿ ಪ್ರವರ್ತಿಸುವುದು ನಿಜವಾದರೆ, ಅದಕ್ಕೆ ಈಗಿನ ನವೀನ ಶಾಸ್ತ್ರಾಭಿವೃದ್ಧಿಯೂ, ಆತ್ಮತ್ಯಾಗಪೂರ್ವಕವಾದ ಶಾಸ್ತ್ರಜ್ಞರ ಪರಿಶೋಧನೆಯೂ ಕಾರಣವಲ್ಲದೆ ಬೇರೆಯಲ್ಲ. ಇದಕ್ಕೆ ಒಂದೇ ನಿದರ್ಶನವನ್ನು ನೋಡಬಹುದು. ಈಚೆಗೆ ಸ್ವಲ್ಪಕಾಲದ ಹಿಂದಿನವರೆಗೂ ವ್ರಣವ್ಯಾಧಿಯೆಂಬುದು ದುಸ್ಸಹವಾದ ವೇದನೆಯನ್ನು ಕೊಡತಕ್ಕ ಅನಿವಾರ್ಯವಾದ ತೀವ್ರರೋಗವೆಂದು ತೋರಿದ್ದಿತು. ಈಚೆಗೆ ರೋಂಟ್‌ಜೆನ್ನನು ಎಕ್ಸ್‌ರೇಯನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿದಮೇಲೆ, ಆ ವ್ರಣಚಿಕಿತ್ಸೆಗೆ ಮಾರ್ಗಗಳು ಕಂಡುಬಂದುವು. ಆದುದರಿಂದ ನವೀನ ಶಾಸ್ತ್ರಗಳಿಂದಲೂ, ಶಾಸ್ತ್ರಜ್ಞರಿಂದಲೂ ನಾವು ಹಲವುವಿಧದಲ್ಲಿ ಉಪಕಾರಗಳನ್ನು ಪಡೆದಿರುತ್ತೇವೆ. ಆದರೆ, ದೂರಾಲೋಚನೆಯಿಲ್ಲದೆ ಸ್ವಾರ್ಥಪರರಾದ ಕೆಲವರು, ಈ ಶಾಸ್ತ್ರಾಭಿವೃದ್ಧಿಯ ಪ್ರಯೋಜನವನ್ನು ಲೋಕನಾಶಕ್ಕೆ ಕಾರಣವಾದ ಯುದ್ಧಾದಿಕಾರ್ಯಗಳಲ್ಲಿ ದುರುಪಯೋಗಪಡಿಸಬಹುದು. ಆದರಿಂದ ಆ ಶಾಸ್ತ್ರಾಭಿವೃದ್ಧಿಯಿಂದಾದ ಅಮೂಲ್ಯಪ್ರಯೋಜನಗಳ ವಿಷಯದಲ್ಲಿ ನಮ್ಮ ಕೃತಜ್ಞತೆಗೇನೂ ಕೊರತೆಯು ಬಾರದು.

ಈಚೀಚೆಗೆ ಈ ಶಾಸ್ತ್ರಾಭಿವೃದ್ಧಿಯ ಪರಿಣಾಮವು ಜನಜೀವನವನ್ನು ಪೂರ್ಣವಾಗಿ ತನ್ನ ಕಡೆಗೆ ಆಕರ್ಷಿಸಿಬಿಟ್ಟಿದೆ. ಶಾಸ್ತ್ರೀಯವಾದ ಸಲಕರಣೆಗಳಲ್ಲಿ ಯಾವುದಾದರೂ ಒಂದು, ಪ್ರತಿಕ್ಷಣವೂ, ಪ್ರತಿ ಮನುಷ್ಯನಿಗೂ ಅವಶ್ಯವಾಗಿದೆ. ಅದಿಲ್ಲದೆ ಈಗಿನ ಜನರಿಗೆ ಕ್ಷಣಮಾತ್ರವೂ ಜೀವನವು ಸಾಗುವಹಾಗಿಲ್ಲ. ನಾವು ಹೊದೆಯುವ ಬಟ್ಟೆಗಳು, ಓದುವ ಪತ್ರಿಕೆಗಳು, ಸಂಚಾರಮಾಡುವ ವಾಹನಗಳು, ಇವನ್ನೇ ಉದಾಹರಣವಾಗಿ ತೆಗೆದುಕೊಳ್ಳಬಹುದು. ಈ ಕಾರಣದಿಂದ, ಈಗೀಗ ಸಾಮಾನ್ಯಜನರಿಗೂ ಶಾಸ್ತ್ರಾಭಿವೃದ್ಧಿಗೆ ಸಂಬಂಧಪಟ್ಟ ವಿಚಿತ್ರವಿಷಯಗಳನ್ನು ತಿಳಿದುಕೊಳ್ಳಬೇಕೆಂಬ ಆಸೆಯು ಹುಟ್ಟದಿರಲಾರದು. ಇದಕ್ಕಾಗಿ ಆಂಗ್ಲೇಯಾದಿ ಪಾಶ್ಚಾತ್ಯಭಾಷೆ

ಗಳಲ್ಲಿ ಸಾವಿರಾರು ಪುಸ್ತಕಗಳು ಮೇಲೆಮೇಲೆ ಪ್ರಕಟಿಸಲ್ಪಡುತ್ತಿವೆ. ದೇಶಭಾಷೆಗಳಲ್ಲಿ ಇವುಗಳ ಪ್ರಚಾರವು ಕಡಿಮೆ. ನಮ್ಮ ದೇಶದಲ್ಲಿ ಇಂಗ್ಲೀಷ್‌ಭಾಷೆಯನ್ನು ಬಲ್ಲವರ ಸಂಖ್ಯೆಯೂ ಬಹಳಕಡಿಮೆ. ಆದು ದರಿಂದ, ನಮ್ಮ ಮಾತೃಭಾಷೆಗಳಲ್ಲಿ ಇಂತಹ ಶಾಸ್ತ್ರೀಯಪುಸ್ತಕಗಳ ಆವಶ್ಯಕತೆಯನ್ನು ಯಾರೂ ಅಲ್ಲಗಳೆಯುವಹಾಗಿಲ್ಲ. ಇದನ್ನು ಮನ ಸ್ಸಿಗೆ ತಂದುಕೊಂಡೇ, ಮದರಾಸ್ ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾಲಯದ ಅಧಿಕಾರಿಗಳು, ನಮ್ಮ ದೇಶಭಾಷೆಗಳಲ್ಲಿ ವಿದ್ಯಾವಂತರಮೂಲಕವಾಗಿ ಇಂತಹ ಶಾಸ್ತ್ರೀಯ ಪುಸ್ತಕಗಳ ಪ್ರಚಾರವನ್ನು ಹೆಚ್ಚಿಸಬೇಕೆಂಬ ಉದ್ದೇಶದಿಂದ, ಅಂತಹ ಪುಸ್ತಕಗಳಿಗೆ ಉದಾರವಾದ ಬಹುಮಾನಗಳನ್ನು ಕೊಡುವು ದಾಗಿ ನಿರ್ಣಯಿಸಿರುವರು. ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾಲಯದವರು ನಮ್ಮ ಮಾತೃ ಭಾಷೆಯ ಅಭಿವೃದ್ಧಿಗಾಗಿ ಮಾಡಬಹುದಾದ ಸಾಹಾಯ್ಯಗಳಲ್ಲಿ ಇದ ಕ್ಕಿಂತಲೂ ಮೇಲಾದುದಿಲ್ಲ. ಆ ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾಲಯದವರ ಪ್ರೋತ್ಸಾಹ ವನ್ನು ನಿರೀಕ್ಷಿಸಿಯೇ ಈ ಪುಸ್ತಕವು ಬರೆಯಲ್ಪಟ್ಟು ಅವರಿಂದ ಆದ ರಿಸಲ್ಪಟ್ಟಿತು. ಆದರೆ, ಕರ್ಣಾಟಕಭಾಷೆಯಲ್ಲಿ ಇಂತಹ ಅಪೂರ್ವ ಶಾಸ್ತ್ರೀಯ ಪುಸ್ತಕದ ಪ್ರಚಾರಕ್ಕೆ ಇದೇ ಪ್ರಥಮಪ್ರಯತ್ನವಾದುದ ರಿಂದ, ಇದರಲ್ಲಿ ಕೆಲವು ಲೋಪಗಳೂ, ಸುಲಭಗ್ರಾಹ್ಯವಲ್ಲದ ವಿಷಯ ಗಳೂ ತೋರಬಹುದು. ಪ್ರಥಮಪ್ರಯತ್ನದಲ್ಲಿ ಇಂತಹ ಸಂಭವ ಗಳು ಎಲ್ಲಿಯೂ ಸಹಜವೇ! ಈ ಪುಸ್ತಕದಲ್ಲಿ ಶಾಸ್ತ್ರೀಯವಾದ ಕ್ಲಿಷ್ಟ ವಿಷಯಗಳನ್ನು ದೇಶಭಾಷೆಯಲ್ಲಿ ಸಾಧ್ಯವಾದಷ್ಟು ಸುಲಭರೀತಿಯಲ್ಲಿ ವಿವರಿಸಿದೆ. ಶಾಸ್ತ್ರಜ್ಞಾನವಿಲ್ಲದ ಸಾಮಾನ್ಯಜನರಿಗೂ ಸುಲಭ ಗ್ರಾಹ್ಯವಾಗುವಂತೆ ವಿಷಯವಿಭಾಗಗಳನ್ನೂ ಅನುಕ್ರಮವಾಗಿ ವಿವರಿಸಿ ತೋರಿಸಿದೆ. ಈ ಪುಸ್ತಕದ ಕೊನೆಯಲ್ಲಿ ಕೊಟ್ಟಿರುವ ಹರಳಿನ ರಚನೆ, ಮತ್ತು ಎಕ್ಸ್‌ರೇ ಭೌತಿಕಶಾಸ್ತ್ರವೆಂಬ ಅಧ್ಯಾಯಗಳೆರಡು ಮಾತ್ರ, ಸ್ವಲ್ಪವಾದರೂ ಶಾಸ್ತ್ರಪರಿಚಯವಿಲ್ಲದವರಿಗೆ ದುರವಗಾಹ ವಾಗಿರಬಹುದು. ಶಾಸ್ತ್ರ ಪರಿಶ್ರಮವುಳ್ಳವರಿಗೆ ತೃಪ್ತಿಕರವಾಗಿಯೂ, ಸಾಮಾನ್ಯಜನರಿಗೆ ಪ್ರಯೋಜನಕರವಾಗಿಯೂ ಇರಬೇಕೆಂಬ ಉದ್ದೇಶ ದಿಂದಲೇ ಈ ಪುಸ್ತಕವನ್ನು ಬರೆದಿದೆ. ಸಹಜವಾಗಿ ಇಂತಹ ಶಾಸ್ತ್ರ

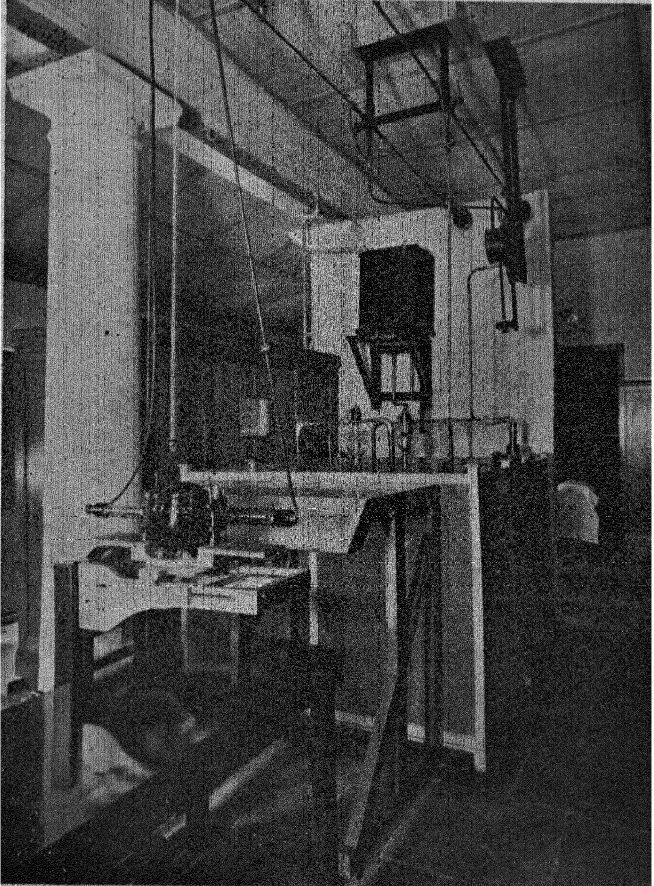
ವಿಷಯುಗಳಲ್ಲಿ ಭಾಷಾಶೈಲಿಗಿಂತಲೂ ವಿಷಯಕ್ಕೆ ಹೆಚ್ಚು ಗಮನವನ್ನು ಕೊಡಬೇಕಾಗುವುದು. ಈ ಪುಸ್ತಕದಲ್ಲಿ ಸಾಧ್ಯವಾದಮಟ್ಟಿಗೆ ಅಲ್ಲಲ್ಲಿ ಬರುವ ಸಾಂಕೇತಿಕ ಶಬ್ದಗಳಿಗೆ ದೇಶಭಾಷೆಯಲ್ಲಿ ಹೊಂದಿಕೆಯಾದ ಪದಗಳನ್ನು ಕಲ್ಪಿಸಿ ಭಾಷಾಂತರಮಾಡಿದ್ದರೂ, 'ಇಲೆಕ್ಟ್ರಾನ್, ಪ್ರೋಟಾನ್' ಮುಂತಾದ ಕೆಲವು ಶಾಸ್ತ್ರೀಯ ಸಂಕೇತಶಬ್ದಗಳು ಹಾಗೆಯೇ ಕನ್ನಡದಲ್ಲಿ ಉಪಯೋಗಿಸಲ್ಪಟ್ಟಿವೆ. ಏಕೆಂದರೆ, ಒಂದು ಭಾಷೆಯಲ್ಲಿರುವ ಹೊಸವಿಷಯಗಳನ್ನು ಭಾಷಾಂತರಕ್ಕೆ ಪರಿವರ್ತಿಸುವಾಗ, ಕೆಲವುಕಡೆ ಅದೇ ಮೂಲಪದಗಳನ್ನುಪಯೋಗಿಸಿದರೆಮಾತ್ರವೇ ಅರ್ಥಪುಷ್ಟಿಯೂ, ವಾಕ್ಯಶೈಲಿಯೂ ಹೊಂದಿಕೆಯಾಗುವುದು. ಕೆಲವು ಪದಗಳಿಗೆ ಸರಿಯಾದ ಶಬ್ದಗಳನ್ನು ಕಲ್ಪಿಸುವುದೂ ಕಷ್ಟವು. ಕಲ್ಪಿಸಿದರೂ ಅದು ಕ್ಲಿಷ್ಟವಾಗಿ ತೋರುವುದು. ಅಲ್ಲದೆ ಇತರಭಾಷೆಗಳಿಂದ ಹೊಸಶಬ್ದಗಳನ್ನು ತಂದರೆಮಾತ್ರವೇ ಭಾಷೆಯೂ ಅಭಿವೃದ್ಧಿಯಾಗುವುದು. ಇದರಿಂದ ಭಾಷೆಯ ಗೌರವಕ್ಕಾಗಲಿ, ಮಾಧುರ್ಯಕ್ಕಾಗಲಿ ನ್ಯೂನತೆಯೇನೂ ಬಾರದು. ದ್ರಾವಿಡಭಾಷೆಗಳ ಈಗಿನ ಅಭಿವೃದ್ಧಿಸ್ಥಿತಿಗೆ, ಅವುಗಳಲ್ಲಿ ಸಂಸ್ಕೃತಶಬ್ದಗಳು ಸಮೃದ್ಧಿಯಾಗಿ ಬಂದು ಕಲೆತಿರುವುದೇ ಕಾರಣವು. ಇದರಂತೆಯೇ ಇಂಗ್ಲೀಷ್, ಫ್ರೆಂಚು, ಜರ್ಮನ್ ಮುಂತಾದ ಎಲ್ಲಾ ಭಾಷೆಗಳಲ್ಲಿಯೂ ಶಾಸ್ತ್ರಕ್ಕೆ ಸಂಬಂಧಿಸಿದ ಸಾಂಕೇತಿಕಪದಗಳು ಹಾಗೆಯೇ ಉಪಯೋಗಿಸಲ್ಪಡುತ್ತಿವೆ. ಈ ಅಭಿಪ್ರಾಯದಿಂದಲೇ ಜನಜನಿತವಾಗಿ ರೂಢಿಗೆ ಬಂದಿರುವ "ಎಕ್ಸ್‌ರೇ" ಮುಂತಾದ ಸಂಕೇತಶಬ್ದಗಳನ್ನು ಹಾಗೆಯೇ ಕನ್ನಡದಲ್ಲಿಯೂ ಉಪಯೋಗಿಸಿದೆ.

ಈ ಸಂದರ್ಭದಲ್ಲಿ ನಾನು, ಈ ಪುಸ್ತಕವನ್ನು ಮುದ್ರಣಕ್ಕೆ ಸಿದ್ಧಗೊಳಿಸುವ ಮೊದಲು, ಇದರ ಮಾತೃಕೆಯನ್ನು ನೋಡಿ ನನಗೆ ಅಮೂಲ್ಯವಾದ ಸಲಹೆಗಳನ್ನು ಕೊಟ್ಟು ಸಹಾಯಮಾಡಿದ ಪಂಡಿತ ದೇವಶಿಖಾಮಣಿ ಅಳಸಿಂಗರಾಚಾರ್ಯರಿಗೆ ಮೊದಲು ನನ್ನ ಕೃತಜ್ಞತೆಯನ್ನು ಸಲ್ಲಿಸಬೇಕಾಗಿದೆ. ಇದರಂತೆಯೇ ಈ ಪುಸ್ತಕ ಪ್ರಕಟನ ಕಾರ್ಯದಲ್ಲಿ ಬಹಳ ಅಕ್ಕರೆಯಿಂದ ಹಲವುವಿಧದಲ್ಲಿ ಸಹಾಯಕರಾಗಿ

ನನಗೆ ಪ್ರೋತ್ಸಾಹವನ್ನು ಕೊಟ್ಟ ಶ್ರೀ|| ಕೋಟ ಶಿವರಾಮ ಕಾರಂತರಿಗೂ, ಶ್ರೀ|| ಎಮ್. ಗೋವಿಂದರಾವ್, ಬಿ.ಏ., ವಿದ್ವಾನ್, ಇವರಿಗೂ ನನ್ನ ಕೃತಜ್ಞತೆಯು ಸಲ್ಲತಕ್ಕುದಾಗಿದೆ. ಈ ಪುಸ್ತಕಕ್ಕೆ ಬೇಕಾದ ಕೆಲವು ಬ್ಲಾಕು (ಚಿತ್ರ) ಗಳನ್ನು ಕೊಟ್ಟು ಉಪಕರಿಸಿದ ಬೊಂಬಾಯಿ ವಿಕ್ಟರ್ ಎಕ್ಸ್‌ರೇ ಕಾರ್ಪೊರೇಷನ್ ಸಂಘದ ಅಧಿಕಾರಿಗಳಿಗೂ, ಈ ಪುಸ್ತಕದ ಮುದ್ರಣಕಾರ್ಯದಲ್ಲಿ ವಿಶೇಷವಾದ ಅಕ್ಕರೆಯನ್ನು ವಹಿಸಿ, ಅಂದವಾಗಿ ಮುದ್ರಿಸಿಕೊಟ್ಟ ಆಂಟಿಸೆಪ್ಟಿಕ್ ಪ್ರೆಸ್ಸಿನವರಿಗೂ ನಾನು ಬಹಳ ಕೃತಜ್ಞನಾಗಿರುವೆನು.

ಲೊಯೋಲಾ ಕಾಲೇಜ್,
ಮದ್ರಾಸು.
16-4-1940.

ಯು. ರಾಘವೇಂದ್ರ ಆಚಾರ್ಯ.



By courtesy of Dr. P. Rama Rao.

ಎಕ್ಸ್‌ರೇ ಉಪಕರಣಗಳು.

೧. ವಿಜ್ಞಾನದ ನೆಲಗಟ್ಟು.

ಪರಮಾತ್ಮನು ವಿಶ್ವವನ್ನು ಸೃಷ್ಟಿಸಿದ್ದಾನೆ. ಅದರ ಸೌಂದರ್ಯ ಸೌಭಾಗ್ಯಗಳನ್ನು ನೋಡಿ ಸಂತೋಷಪಡುವುದಕ್ಕೆ ಮನುಷ್ಯನಿಗೆ ಕಣ್ಣುಗಳನ್ನು ದಯೆಪಾಲಿಸಿದ್ದಾನೆ. ಎಲ್ಲಾ ವಸ್ತುಗಳೂ ಕಣ್ಣಿಗೆ ಗೋಚರವಾಗುವಂತೆ ಬೆಳಕನ್ನೂ ನಿರ್ಮಿಸಿದ್ದಾನೆ. ಆದರೆ ತಿಳಿಯ ಬೇಕಾದ ಎಷ್ಟೋ ಅಂಶಗಳು ಇನ್ನೂ ಗೂಢವಾಗಿಯೇ ಇರುವುವು.

ಕಣ್ಣುಗಳಿದ್ದರೇನು? ಬೆಳಕಿದ್ದರೇನು? ಎಲ್ಲಾ ವಸ್ತುಗಳ ಹೊರಗಿನ ಸ್ವರೂಪವನ್ನು ತಿಳಿಯಬಹುದೇ ಹೊರತು, ಒಳಗಿನ ವಿಷಯವನ್ನು ತಿಳಿಯಬಹುದೇ? ಪೆಟ್ಟಿಗೆಯ ಬಾಗಿಲನ್ನು ತೆಗೆಯದಿದ್ದರೆ ಅದರೊಳಗಿಟ್ಟಿರುವ ವಸ್ತುಗಳು ತೋರುವುವೇ? ಮನುಷ್ಯನ ಚರ್ಮ ಮತ್ತು ಹೊರಗಿನ ಮೈಕಟ್ಟು ತೋರುವುದಲ್ಲದೆ, ಒಳಗಿನ ಎಲುಬು, ಕರುಳು, ಮೊದಲಾದವುಗಳು ತೋರುವುವೇ? ಯಾವುದಾದರೊಂದು ಚಿಕ್ಕ ತೆರೆಯು ಮರೆಯಾಯಿತೆಂದರೆ ಅದಕ್ಕೆ ಅತ್ತಕಡೆಯಿರುವ ವಸ್ತುಗಳು ಗೋಚರವಾಗುವುವೇ? ಇಲ್ಲ. ಇದರಿಂದಲೇ ಮನುಷ್ಯನಿಗೆ ತನ್ನ ಜ್ಞಾನದಲ್ಲಿ ಅತೃಪ್ತಿ.

ಹೊರಗಿನಿಂದಲೇ ವಸ್ತುಗಳ ಒಳಗಿನ ಸ್ಥಿತಿಯು ತಿಳಿಯುವಹಾಗಿದ್ದರೆ, ಮನುಷ್ಯನ ದೇಹದೊಳಗಡಗಿರುವ ಯಾವತ್ತೂ ರೋಗ ರುಜೆಗಳನ್ನು ಎಷ್ಟು ಸುಲಭವಾಗಿ ಕಂಡುಹಿಡಿಯಬಹುದಿತ್ತು? ಎಲ್ಲಿಯಾದರೂ ಎಲುಬು ತುಂಡಾಗಿದ್ದರೆ, ಅದನ್ನು ಎಷ್ಟು ನಿರಾಯಾಸವಾಗಿ ತಿಳಿಯಬಹುದಿತ್ತು? ಉಕ್ಕಿನ ದೊಡ್ಡದೊಡ್ಡ ಯಂತ್ರಸಾಮಗ್ರಿಗಳಲ್ಲಿ ಒಳಗೊಳಗೇ ಬಿರುಕುಂಟಾಗಿದ್ದರೆ, ಅದನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿದು ಎಷ್ಟೊಂದು ಕಷ್ಟನಷ್ಟಗಳನ್ನು ನಿವಾರಿಸಬಹುದಿತ್ತು? ಹೀಗೆಯೇ ಒಳಗೆ ಬಚ್ಚಿಟ್ಟ ಎಷ್ಟೊಂದು ಗುಟ್ಟನ್ನು ರಟ್ಟುಮಾಡಬಹುದಿತ್ತು? ಆದರೆ, ಇವೆಲ್ಲಾ ಈಗ 'ಆದರೆ ಹೋದರೆ' ಎಂಬ 'ರೇಫ'ರಾಜ್ಯದ ಕನಸಲ್ಲ. ಕನಸಿನಲ್ಲಿ ನೆನೆಸುವುದಕ್ಕಿಂತಲೂ ಅದ್ಭುತವಾದ ಕಾರ್ಯಗಳು ನಿಜಸ್ಥಿತಿಯಲ್ಲಿ

ಬಳಕೆಗೆ ಬರುವ ಈಗಿನ ವಿಜ್ಞಾನಯುಗದಲ್ಲಿ ಇವೆಲ್ಲಾ ಬಹು ಸಣ್ಣ ವಿಷಯವಾಗಿಯೇ ಇರುವುವು.

ಈಗೀಗ ಪ್ರತಿಯೊಂದು ವೈದ್ಯಶಾಲೆಯಲ್ಲಿಯೂ ಹೊರಗಿನಿಂದಲೇ ಮನುಷ್ಯನ ಒಳಗಿರುವ ಎಲುಬು, ಮಾಂಸ, ನರಗಳನ್ನು ನೋಡು ವರು. ದೊಡ್ಡದೊಡ್ಡ ಕಾರಖಾನೆಗಳಲ್ಲಿ ಕಬ್ಬಿಣ, ಉಕ್ಕು ಮೊದ ಲಾದುವುಗಳಿಂದ ತಯಾರಿಸಿದ ಸಾಮಗ್ರಿಗಳ ಒಳಗಿನ ಸ್ಥಿತಿಯನ್ನೂ ತಿಳಿದುಕೊಳ್ಳುವರು. ಇವೆಲ್ಲವೂ ಸಾಧ್ಯವಾದುದು ಹೇಗೆ? "ಎಕ್ಸ್ ರೇ" ಎಂಬುದರಿಂದಲೇ.

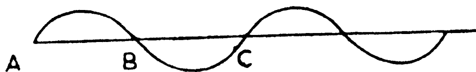
ಎಕ್ಸ್‌ರೇಯು ಒಂದು ತರದ ಬೆಳಕು. ಬೆಳಕಿನ ಸಹಾಯ ದಿಂದಲೇ ನಾವು ಎಲ್ಲಾ ವಸ್ತುಗಳನ್ನೂ ನೋಡುತ್ತೇವೆ. ಬೆಳಕು ಇಲ್ಲದೆ, ಕತ್ತಲು ಕವಿದಲ್ಲಿ, ನಮ್ಮ ಪಾಲಿಗೆ ಪ್ರಪಂಚವು ಶೂನ್ಯವೇ ಸರಿ. ಬೆಳಕು ಯಾವುದಾದರೊಂದು ವಸ್ತುವಿನಿಂದ ನೇರವಾಗಿ ನಮ್ಮ ಕಣ್ಣಿಗೆ ಬಿದ್ದರೆ ಆ ವಸ್ತುವು ನಮಗೆ ಗೋಚರವಾಗುವುದು. ಒಂದು ತೆರೆಯ ಅತ್ತ ಕಡೆಯಿರುವ ವಸ್ತುಗಳಿಂದ ಬೆಳಕು ನೇರವಾಗಿ ನಮ್ಮ ಕಣ್ಣಿಗೆ ಬೀಳ ಲಾರದು. ಬೆಳಕಿಗೆ ತೆರೆಯನ್ನು ಹಾದುಬರುವ ಶಕ್ತಿಯಿಲ್ಲ. ಆದುದ ರಿಂದಲೇ ತೆರೆಯ ಅತ್ತಕಡೆಯಿರುವ ವಸ್ತುಗಳನ್ನು ನಾವು ನೋಡ ಲಾರೆವು. ಬೆಳಕಿಗೆ ಎಲ್ಲಾ ವಸ್ತುಗಳನ್ನೂ ಹಾದುಹೋಗುವ ಶಕ್ತಿಯಿಲ್ಲ. ಆದುದರಿಂದಲೇ ವಸ್ತುಗಳ ಒಳಗಿನ ಗುಟ್ಟು ಬರೀ ಬೆಳಕಿಗೇ ಸಿಕ್ಕಲಾ ರದು. ಆದರೆ ಎಕ್ಸ್‌ರೇ ಹಾಗಲ್ಲ. ಅದು ವಸ್ತುಗಳನ್ನು ಹಾದು ಹೋಗುವ ಬೆಳಕು. ಅದು ಮನುಷ್ಯನ ಚರ್ಮವನ್ನು ಹಾದು, ದೇಹದೊಳಗೆ ಹೋಗುವುದು. ಬಳಿಕ ಇನ್ನೊಂದು ಬದಿಯಿಂದ ಹೊರಗೆ ಬಂದು ಒಳಗಿನ ವಿಷಯವನ್ನು ನಮಗೆ ತಿಳಿಸುವುದು.

ಎಕ್ಸ್‌ರೇಯು ಬೆಳಕಿನ ಜಾತಿಗೆ ಸೇರಿದ್ದಾದರೂ, ಅದು ನಮಗೆ ಕಾಣುವುದಿಲ್ಲ. ಅದನ್ನು ನೋಡುವಷ್ಟು ಸೂಕ್ಷ್ಮವಾದ ದೃಷ್ಟಿಯನ್ನು ದೇವರು ನಮಗೆ ದಯೆಪಾಲಿಸಲಿಲ್ಲ. ಆದರೆ ಎಕ್ಸ್‌ರೇಯು ಫೋಟೋ ಪ್ಲೇಟುಗಳನ್ನು ಬೆಳಕಿನಂತೆಯೇ ಮಾರ್ಪಡಿಸುವುದರಿಂದ, ಎಲ್ಲಾ ವಸ್ತುಗಳ ಒಳಗಿನ ಸ್ಥಿತಿಯು ಫೋಟೋ ಪ್ಲೇಟಿನಮೇಲೆ ಚಿತ್ರಿಸ ಲ್ಪಟ್ಟಂತಾಗುವುದು.

ಎಕ್ಸ್‌ರೇ ಎಂದರೇನು ? ಅದನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿದವರು ಯಾರು ? ಅದನ್ನು ಉಂಟುಮಾಡುವ ಕ್ರಮವು ಹೇಗೆ ? ಅದರಿಂದ ವೈದ್ಯಕ್ಕೂ, ವಿಜ್ಞಾನಕ್ಕೂ ಇರುವ ಉಪಯೋಗವೇನು ? ಎಂಬೀ ಕೆಲವು ವಿಷಯಗಳನ್ನು ಮುಂದಿನ ಪ್ರಕರಣಗಳಲ್ಲಿ ತಿಳಿಸಿದೆ.

ಬೆಳಕು ಶಕ್ತಿಯ (Energy) ಒಂದು ರೂಪ. ಅದು ಸೂರ್ಯನಿಂದ ನಮಗೆ ಬರುವುದು. ಸೂರ್ಯನಿಗೂ, ಭೂಮಿಗೂ ಇರುವ ಅವಕಾಶದಲ್ಲಿ (Space, aether) ಬೆಳಕು ಅಲೆಗಳಂತೆ ತೇಲಿಕೊಂಡು ಬರುವುದು. ಇಂತಹ ಅಲೆಗಳನ್ನು ನೀರಿನ ಅಲೆಗಳಿಗೆ ಹೋಲಿಸಬಹುದು.

ಒಂದು ಹಳ್ಳದಲ್ಲಿ ತಟಸ್ಥವಾಗಿರುವ ನೀರಿಗೆ ನಾವು ಒಂದು ಕಲ್ಲನ್ನು ಎಸೆದರೆ, ನೀರಿನಮೇಲೆ ಅಲೆಗಳು ತೋರಿಬರುವುವು. ಕಲ್ಲು ನೀರನ್ನು ಮುಟ್ಟಿದ ಕೇಂದ್ರದಿಂದ, ನೀರಿನ ವೃತ್ತಾಕಾರದ ಅಲೆಗಳು ಒಂದೊಂದಾಗಿ ಹೊರಟು, ದೊಡ್ಡದಾಗುತ್ತ ದೂರದೂರಕ್ಕೆ ವಿಸ್ತರಿಸುವುವು. ಇಂಥ ನೀರಿನಮೇಲೆ ಒಂದು ಚೂರು ಬೆಂಡನ್ನು (cork) ತೇಲಿಸಿದರೆ, ಅಲೆಗಳು ಹಾದುಹೋಗುವಾಗ ಬೆಂಡು ಅತ್ತಿತ್ತ ಓಲಾಡುವುದಲ್ಲದೆ, ಮುಂದಕ್ಕೆ ಸಾಗಲಾರದು. ಆದುದರಿಂದ ನೀರು ಮುಂದಕ್ಕೆ ಚಲಿಸುವುದಿಲ್ಲವೆಂದೂ ಅದರಮೇಲೆ ಶಕ್ತಿಮಾತ್ರ ಸಂಚರಿಸುವುದೆಂದೂ ತಿಳಿಯುವುದು. ಅಲೆಗಳ ಕೆಲವೆಡೆಯಲ್ಲಿ ನೀರು ಉಬ್ಬಿದಂತೆಯೂ, ಕೆಲವೆಡೆಯಲ್ಲಿ ತಗ್ಗಿದಂತೆಯೂ ತೋರುವುದು. ಹೀಗೆ ಒಂದು ಉಬ್ಬು ಮತ್ತು ಅದರ ಪಕ್ಕದಲ್ಲಿ ಒಂದು ತಗ್ಗು, (crest and trough) ಸೇರಿ ಒಂದು ತರಂಗವಾಗುವುದು. ಒಂದು ತರಂಗದ ಉದ್ದವೇ ಅದರ ತರಂಗಮಾನವು. ಚಿತ್ರದಲ್ಲಿ ಒಂದು ತರಂಗವನ್ನು



ತೋರಿಸಿದೆ. A ಯಿಂದ B ಯುವರೆಗೆ ಉಬ್ಬು, B ಯಿಂದ C ಯುವರೆಗೆ ತಗ್ಗು, ABC ಒಂದುತರಂಗ, ಅದರ ಉದ್ದವೇ ತರಂಗಮಾನ.

ಬೆಳಕು ಒಂದು ತರದ ಶಕ್ತಿಯೆಂದು ಹಿಂದೆ ಹೇಳಿದೆ. ಅದು ಅಲೆಗಳಂತೆ ಒಂದು ಕಡೆಯಿಂದ ಇನ್ನೊಂದು ಕಡೆಗೆ ಕ್ಷಣಕ್ಕೆ 186000 ಮೈಲು ವೇಗದಿಂದ ಮುಂದಕ್ಕೆ ಧಾವಿಸುವುದು. ಬೆಳಕಿನ ಅಲೆಗಳು ಬಹಳ ಚಿಕ್ಕದಾಗಿರುವುವು. ಸಾಧಾರಣವಾಗಿ ಅದರ ತರಂಗಮಾನವು ·00005 ಸೆಂಟಿಮೀಟರ್ ಉದ್ದವಾಗಿದೆ.

ಸೂರ್ಯನಿಂದ ನಮಗೆ ಬರುವ ಬೆಳಕನ್ನು ಒಂದು ಲೋಲಕದ (prism) ಮೂಲಕ ಹಾದುಹೋಗುವಂತೆ ಮಾಡಿದರೆ, ಬಿಳಿಯ ರಶ್ಮಿಗೆ ಬದಲಾಗಿ, ಕಾಮನ ಬಿಲ್ಲಿನಲ್ಲಿ ಕಾಣುವಂತೆ ನೇರಳೆ, ಇಂಡಿಗೋ, ನೀಲ, ಹಸುರು, ಹಳದಿ, ಕಿತ್ತಳೆ ಮತ್ತು ಕೆಂಪು— ಈ ಏಳು ಬಣ್ಣದ ರಶ್ಮಿಗಳು ತೋರುವುವು. ಲೋಲಕವು ಈ ವರ್ಣಗಳನ್ನು ತಾನಾಗಿ ಉಂಟುಮಾಡಲಿಲ್ಲ. ಅದರಲ್ಲಿ ಪ್ರವೇಶಿಸಿದ ಬಿಳಿಯ ಸೂರ್ಯರಶ್ಮಿಯಲ್ಲಿಯೇ ಇವೆಲ್ಲಾ ವರ್ಣಗಳೂ ಅಡಕವಾಗಿದ್ದುವು. ಲೋಲಕವು ಅವನ್ನು ಬಿಡಿಸಿ ತೋರಿಸಿತೇ ಹೊರತು ಉಂಟುಮಾಡಲಿಲ್ಲ. ಒಂದು ಬಣ್ಣದ ರಶ್ಮಿಗೂ, ಇನ್ನೊಂದು ಬಣ್ಣದ ರಶ್ಮಿಗೂ ಇರುವ ವ್ಯತ್ಯಾಸವು ಅವುಗಳ ತರಂಗಮಾನಗಳಲ್ಲಿಮಾತ್ರ—ಬೇರೆ ಯಾವುದರಲ್ಲಿಯೂ ಇಲ್ಲ. ತರಂಗಮಾನವು ವ್ಯತ್ಯಸ್ತವಾಯಿತೆಂದರೆ ಆ ರಶ್ಮಿಯ ಬಣ್ಣವೂ ಬದಲಾಗುವುದು. ಸೂರ್ಯರಶ್ಮಿಯಲ್ಲಿ ಏಳುವಿಧ ತರಂಗಮಾನದ ರಶ್ಮಿಗಳಿರುವುವು. ಕೆಂಪುರಶ್ಮಿಯ ತರಂಗಮಾನವು ·00008 ಸೆಂಟಿ ಮೀಟರ್, ನೇರಳೆರಶ್ಮಿಯ ತರಂಗಮಾನವು ·00004 ಸೆಂಟಿ ಮೀಟರ್. ಇವುಗಳ ಒಳಗಿನ ತರಂಗಮಾನದ ರಶ್ಮಿಗಳುಮಾತ್ರ ನಮ್ಮ ಕಣ್ಣಿಗೆ ಗೋಚರವಾಗುವುವು. ಕೆಂಪುರಶ್ಮಿಗಿಂತ ಉದ್ದವಾಗಿರುವ ಅಲೆಗಳೂ—ನೇರಳೆಗಿಂತ ಚಿಕ್ಕದಾಗಿರುವ ಅಲೆಗಳೂ ನಮ್ಮ ಕಣ್ಣಿಗೆ ಗೋಚರವಾಗಲಾರವು.

ಒಂದು ತುಂಡು ಕಲ್ನಾರನ್ನು (asbestos) ಉಪ್ಪುನೀರಿನಲ್ಲಿ ಅದ್ದಿ, ಬೆಂಕಿಯ ಜ್ವಾಲೆಗೆ ಹಿಡಿದರೆ, ಆಗ ಹಳದಿ ಬಣ್ಣದ ಬೆಳಕುಮಾತ್ರ ಹೊರಡುವುದು. ಹೀಗೆಯೇ ಯಾವುದಾದರೂ ಒಂದೇ ಬಣ್ಣದ ಬೆಳಕನ್ನು ನಾವು ಉಂಟುಮಾಡಬಹುದು. ಇಂತಹ ಬೆಳಕಿನ ರಶ್ಮಿಗಳನ್ನು

ಎರಡು ಭಾಗಗಳಾಗಿ ವಿಭಾಗಿಸಿ, ತಿರುಗಿ ಒಟ್ಟುಗೂಡಿಸಿದರೆ—ಕೆಲವೆಡೆಯಲ್ಲಿ ಕತ್ತಲೆಯೂ—ಕೆಲವೆಡೆಯಲ್ಲಿ ಶುಭ್ರತೆಯೂ ತೋರಿ ಬರುವುದು. ಬೆಳಕೂ, ಬೆಳಕೂ ಸೇರಿದಲ್ಲಿ ಕತ್ತಲೆಯುಂಟಾದಂತಾಯಿತು. ಇದು ಹೇಗೆ ಸಾಧ್ಯವಾಯಿತೆಂದು ಯೋಚಿಸುವ. ಬೆಳಕಿನ ಎರಡೂ ಭಾಗದ ರಶ್ಮಿಗಳು ಕಲೆತಾಗ, ಒಂದರ ಉಬ್ಬೂ, ಇನ್ನೊಂದರ ಉಬ್ಬೂ ಕೂಡುವಲ್ಲಿ, ಉಬ್ಬಿನ ಉನ್ನತಿಯು ಇಮ್ಮಡಿಯಾಗಿ ಪ್ರಕಾಶವು ನಾಲ್ಕು ಪಾಲಾಗುವುದು. ಒಂದು ಅಲೆಯ ಉಬ್ಬೂ, ಇನ್ನೊಂದರತಗ್ಗೂ ಒಟ್ಟುಕೂಡುವಲ್ಲಿ, ಒಂದನ್ನೊಂದು ಹೊಡೆದು ಬೆಳಕನ್ನು ಕೊಡಲಾರದೆ ಕತ್ತಲೆಯನ್ನುಂಟುಮಾಡುವುದು. ಆ ಜಾಗದಲ್ಲಿನೆರಳು ತೋರುವುದು. ಹೀಗೆ ಉಂಟಾದ ಎರಡು ನೆರಳುಗಳ ಅಂತರವನ್ನು ಅಳೆದು, ಆ ಅಲೆಗಳ ತರಂಗಮಾನವನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಬಹುದು.

ಬೆಳಕು ಅಲೆಗಳಂತಿರುವುದರಿಂದ ಅದು ಸ್ವಲ್ಪಮಟ್ಟಿಗೆ ಮೂಲೆಗಳನ್ನು ದಾಟುವುದು. ಇದನ್ನು ಬೆಳಕಿನ ವಿಕೃತಿ (diffraction) ಎಂದು ಕರೆಯುತ್ತಾರೆ. ಈ ವಿಕೃತಿಯ ಪ್ರಯೋಗದಿಂದ ಬೆಳಕಿನ ತರಂಗಮಾನವನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಬಹುದು. ಇದಕ್ಕಾಗಿ ವಿಕೃತಿ ಕಾರಕವಾದ ಒಂದು ಸಾಧನವನ್ನು (diffraction grating) ಉಪಯೋಗಿಸುವರು. ಇನ್ನು ಮುಂದೆ ಇದನ್ನು 'ಗ್ರೇಟಿಂಗ್' ಎಂದೇ ಕರೆಯುವ. ಒಂದು ತುಂಡು ಗಾಜಿನ ಹಲಗೆಯಲ್ಲಿ ಹತ್ತಿರಹತ್ತಿರವಾಗಿ ಸಮಾನಾಂತರವಾದ ಸರಳರೇಖೆಗಳನ್ನು ಗೀರಿದರೆ, ರೇಖೆಗಳ ಮೂಲಕ ಬೆಳಕು ಹಾದುಹೋಗಲಾರದೆ, ಅವುಗಳ ಎಡೆಯಲ್ಲಿಮಾತ್ರ ಹೋಗುವುದು. ಈ ಸಾಧನವನ್ನು ಅನೇಕ ಸರಳುಗಳುಳ್ಳ ಕಿಟಕಿಗೆ ಹೋಲಿಸಬಹುದು. ಇದರಲ್ಲಿ ಮಾತ್ರ ಒಂದು ಇಂಚಿಗೆ 20,000 ಗೆರೆಗಳಿವೆ. ಇದರ ಮೂಲಕ ಸೂರ್ಯರಶ್ಮಿಯನ್ನು ಹಾಯಿಸಿದರೆ, ಲೋಲಕದ ಮೂಲಕ ಕಾಣುವಂತೆ ವರ್ಣಪಙ್ಕ್ತಿಯು ಕಾಣುವುದು. ಇದರ ಸಹಾಯದಿಂದಲೂ, ಯಾವುದಾದರೊಂದು ಬೆಳಕಿನಲ್ಲಿ ಯಾವಯಾವ ಬಣ್ಣಗಳಿವೆ, ಮತ್ತು ಆ ಬಣ್ಣದ ಕಿರಣಗಳ ತರಂಗಮಾನವೆಷ್ಟು, ಎಂದು ತಿಳಿಯಬಹುದು.

ಈ ಪ್ರಪಂಚದಲ್ಲಿ ತೋರುವ ಎಲ್ಲಾ ವಸ್ತುಗಳನ್ನೂ ಧಾತುಗಳೆಂದೂ, ಸಂಯುಕ್ತಗಳೆಂದೂ ಎರಡುವಿಧವಾಗಿ ವಿಭಾಗಿಸಬಹುದು. ಕಬ್ಬಿಣ, ತಾಮ್ರ, ಮೊದಲಾದವುಗಳನ್ನು ಧಾತುಗಳೆಂದು ಕರೆಯುತ್ತೇವೆ. ಒಂದು ಚೂರು ಕಬ್ಬಿಣವನ್ನು ತೆಗೆದು ಯಾವ ರೀತಿಯಲ್ಲಿ ಪರೀಕ್ಷಿಸಿ ನೋಡಿದರೂ, ಅದರಲ್ಲಿ ಕಬ್ಬಿಣವು ಹೊರತು ಬೇರೆ ಯಾವುದೂ ಸಿಕ್ಕಲಾರದು. ಆದರಲ್ಲಿ ಒಂದೇ ತರದ ವಸ್ತುವಿರುವುದರಿಂದ ಅದನ್ನು ಧಾತುವೆಂದು ಕರೆಯುತ್ತೇವೆ. ಎರಡು ಅಥವಾ ಹೆಚ್ಚು ಧಾತುಗಳಿಂದ ಕೂಡಿದ ವಸ್ತುಗಳೆಲ್ಲಾ ಸಂಯುಕ್ತಗಳು. ನೀರಿನಲ್ಲಿ ಜಲಜನಕ ಮತ್ತು ಆಮ್ಲಜನಕ ಧಾತುಗಳು ಸೇರಿಕೊಂಡಿರುವುವು. ಒಂದು ಬೊಟ್ಟು ನೀರನ್ನು ವಿಭಾಗಿಸುತ್ತ ಹೋದರೆ, ಕೊನೆಗೆ ಅತ್ಯಲ್ಪವಾದ ನೀರಿನ ಕಣವು ಸಿಕ್ಕುವುದು. ಇದನ್ನು ಇನ್ನೂ ಚಿಕ್ಕ ನೀರಿನ ಕಣಗಳಾಗಿ ವಿಭಾಗಿಸಲಿಕ್ಕೆ ಅಸಾಧ್ಯ. ಅಂತಹ ಕಣವನ್ನು ಅಣು (molecule) ಎಂದು ಕರೆಯುತ್ತೇವೆ. ಈ ಅಣುವನ್ನು ಇನ್ನೂ ವಿಭಾಗಿಸಿದರೆ ಅದು ನೀರಾಗಿ ಇರುವುದಿಲ್ಲ. ಅದರಿಂದ ಆಮ್ಲಜನಕ ಮತ್ತು ಜಲಜನಕಗಳ ಅಣುಗಳು ಸಿಕ್ಕುವುವು.

ಯಾವುದಾದರೊಂದು ಧಾತುವನ್ನು ತೆಗೆದುಕೊಂಡು ಎಷ್ಟು ಚಿಕ್ಕದಾಗಿ ಪುಡಿಮಾಡಬಹುದೋ ಅಷ್ಟು ತನಕ ಪುಡಿಮಾಡುವ. ಆದನ್ನೇ ತಿರುಗಿ ಕಣ್ಣಿಗೂ, ಸೂಕ್ಷ್ಮದರ್ಶಕಕ್ಕೂ ತೋರದಷ್ಟು, ಅರ್ಥಾತ್ ಇನ್ನೂ ಚಿಕ್ಕದಾಗಿ ವಿಭಾಗಿಸಲಿಕ್ಕೆ ಬಾರದಿರುವಷ್ಟು ಚೂರು ಮಾಡುವೆವೆಂದು ಊಹಿಸುವ. ಈ ಒಂದು ಚೂರಿಗೆ ಪರಮಾಣು (atom) ಎಂದು ಹೆಸರು. ಯಾವುದಾದರೊಂದು ಧಾತುವಿನಲ್ಲಿ, ಇನ್ನುಮುಂದಕ್ಕೆ ವಿಭಾಗಿಸಲಿಕ್ಕೆ ಬಾರದಿರುವಷ್ಟು ಚಿಕ್ಕದಾದ ಅಂಶವೇ ಪರಮಾಣುವು. ಈ ಪ್ರಪಂಚದಲ್ಲಿ ಒಟ್ಟಿಗೆ 92 ಧಾತುಗಳಿವೆ. ಒಂದೊಂದು ಧಾತುವಿಗೆ ಒಂದೊಂದು ತರದ ಪರಮಾಣುವಿದೆ.

ಅಣುವು ಬಹಳ ಸೂಕ್ಷ್ಮವಾಗಿರುವುದೆಂದು ಹೇಳಬೇಕಾದುದೇ ಇಲ್ಲ. ಒಂದು ಹನಿ ನೀರನ್ನು ನಮ್ಮ ಭೂಮಿಯುಷ್ಟು ವಿಶಾಲವಾಗಿರುವಂತೆ ಭಾವಿಸಿಕೊಂಡರೆ ಆದೇ ನೀರಿನ ಅಣುವು, ಒಂದು ಚಿಕ್ಕ

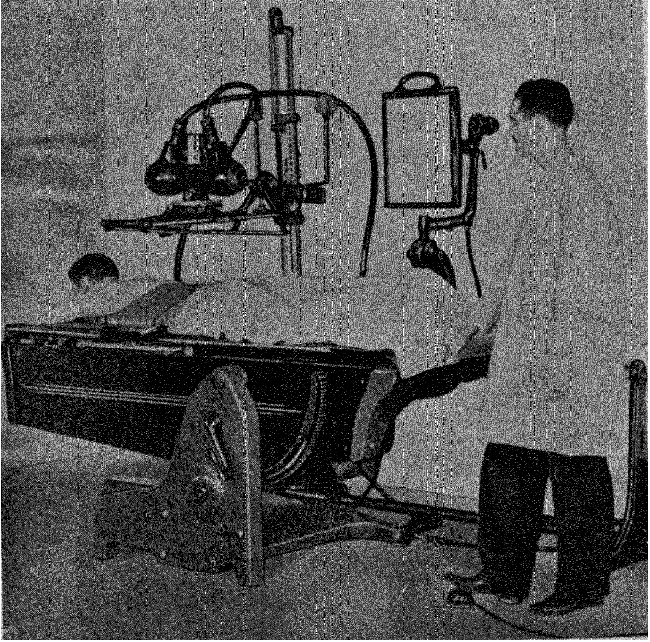
ಅಡಿಕೆಯ ಪ್ರಮಾಣಕ್ಕೆ ಸರಿಹೋಲುವುದು. ಒಂದು ಘನ ಅಂಗುಲ ನೀರಿನಲ್ಲಿ 25,000,000,000,000,000,0000 ಅಥವಾ 25×10^{19} ಅಣುಗಳಿವೆ. ಅಣುಗಳನ್ನು ಒಂದಕ್ಕೊಂದು ತಾಗುವಂತೆ ಸಾಲಾಗಿ ಡುತ್ತಾ, ಅದು ಒಂದು ಇಂಚು ಉದ್ದವಾಗಬೇಕಾದರೆ, 250 ಕೋಟಿ ಅಣುಗಳು ಬೇಕಾಗುವುವು.

ಎಲ್ಲಾ ಧಾತುಗಳಿಗಿಂತಲೂ ಜಲಜನಕವು ಅತಿ ಹಗುರವಾಗಿರುವುದು. ಇದರ ಪರಮಾಣುವಿನ ಭಾರವನ್ನು ಒಂದು ತೂಕದ ಮೂಲ ಪ್ರಮಾಣವಾಗಿ ಭಾವಿಸಿಕೊಂಡು, ಬೇರೆ ಎಲ್ಲಾ ಪರಮಾಣುಗಳೂ ಇದಕ್ಕಿಂತ ಎಷ್ಟುಪಾಲು ಭಾರವಾಗಿರುವುವೆಂದು ಹೋಲಿಸಿ ಹೇಳುವ ಕ್ರಮವು ರೂಢಿಗೆ ಬಂದಿದೆ. ಈ ಸಂಖ್ಯೆಗೆ ಪರಮಾಣುತೋಲನ (Atomic Weight) ಎಂದು ಹೆಸರು. ಜಲಜನಕಕ್ಕೆ ಒಂದು, ಹೀಲಿಯಮಿಗೆ ನಾಲ್ಕು, ಅಂಗಾರಕ್ಕೆ ಹನ್ನೆರಡು, ಹೀಗೆ ಬೇರೆಬೇರೆ ಧಾತುಗಳಿಗೆ ಬೇರೆಬೇರೆ ಪರಮಾಣುತೋಲನಗಳು ನಿರ್ಧರಿಸಲ್ಪಟ್ಟಿವೆ.

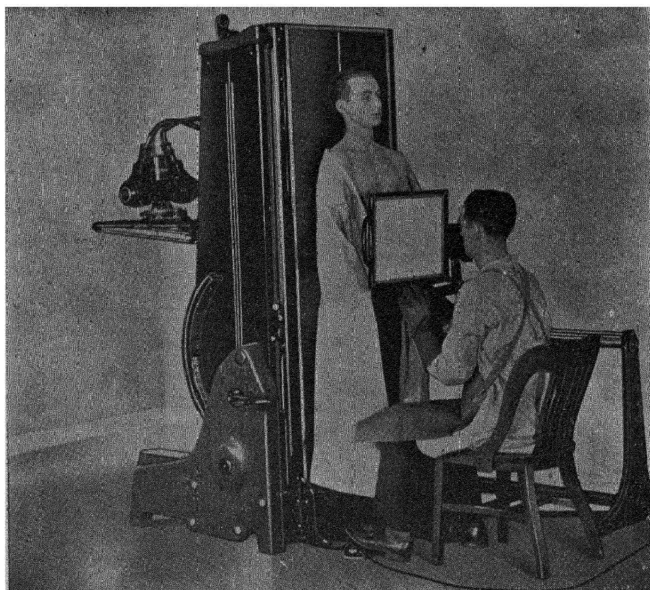
ಪರಮಾಣುವು ಧಾತುವಿನ ಅತ್ಯಲ್ಪವಾದ ಅಂಶವು—ಅದನ್ನು ವಿಭಾಗಿಸಲು ಸಾಧ್ಯವೇ ಇಲ್ಲವೆಂಬುದೆಲ್ಲಾ ಈಗ ಹಳೆಯ ಕಥೆಯಾಗಿದೆ. ಪರಮಾಣುವಿನ ಒಳಗಡೆ ಒಂದು ಕಿರಿಯ ಪ್ರಪಂಚವೇ ಇರುವುದು. ಭೂಮಿಯ ಸುತ್ತಲೂ ಗ್ರಹಗಳೂ, ಸೂರ್ಯಚಂದ್ರರೂ, ಕೋಟ್ಯಾನುಕೋಟಿ ನಕ್ಷತ್ರಗಳೂ ಅಗಾಧವಾದ ವಿಶ್ವವನ್ನು ತುಂಬಿರುವಂತೆ—ಅತಿ ಸೂಕ್ಷ್ಮವಾದ ಪರಮಾಣುವಿನ ಒಳಗಡೆಯಲ್ಲಿಯೂ ಅತ್ಯಾಶ್ಚರ್ಯಕರವಾದ ರಚನೆಯಿರುವುದೆಂದು ತಿಳಿದುಬಂದಿರುವುದು. ಎಲ್ಲಾ ಪರಮಾಣುಗಳೂ 'ಪ್ರೋಟೋನ್' ಮತ್ತು, 'ಇಲೆಕ್ಟ್ರೋನ್' (Protons and Electrons) ಗಳೆಂಬ ವಿದ್ಯುತ್ತಿನ ಪರಮಾವಧಿ ಕಣಗಳಿಂದ ಕೂಡಿರುವುವು. ಸೂರ್ಯಾದಿ ಜ್ಯೋತಿಗಳು ಮಹಾ ಪ್ರಪಂಚ (Macroscopic Universe) ವನ್ನು ತುಂಬಿರುವಂತೆ, ಪ್ರೋಟೋನ್ ಇಲೆಕ್ಟ್ರೋನುಗಳು ಕಿರಿಯ ಪ್ರಪಂಚವನ್ನು (Microscopic Universe) ತುಂಬಿರುವುವು. ಪ್ರೋಟೋನು ಜಲ ಜನಕದ ಒಂದು ಪರಮಾಣುವಿನಷ್ಟು ಭಾರವಾಗಿರುವುದು. ಅಲ್ಲದೆ

ಆದರಲ್ಲಿ ಧನವಿದ್ಯುತ್ತಿನ ಕಣವಿರುವುದು. ಇಲೆಕ್ಟ್ರೋನ್ ಎಂಬುದು, ಪ್ರೋಟೋನಿಗಿಂತಲೂ ತೂಕದಲ್ಲಿ 1840 ಪಾಲು ಹಗುರವಾಗಿರುವುದು, ಅದರಲ್ಲಿ ಪ್ರೋಟೋನಿನಷ್ಟೇ ಋಣವಿದ್ಯುತ್ತಿನ ಕಣವಿರುವುದು. ಯಾವುದಾದರೊಂದು ಪರಮಾಣುವಿನಲ್ಲಿ ಪ್ರೋಟೋನುಗಳ ಮತ್ತು ಇಲೆಕ್ಟ್ರೋನುಗಳ ಸಂಖ್ಯೆಯು ಸರಿಸಮಾನವಾಗಿರುವುದರಿಂದ, ಪರಮಾಣುವು ಯಾವತರದ ವಿದ್ಯುತ್ತನ್ನೂ ತೋರಿಸುವುದಿಲ್ಲ. ಭಾರವಾದ ಪ್ರೋಟೋನುಗಳೆಲ್ಲ ಒಟ್ಟುಕೂಡಿ, ಪರಮಾಣುವಿನ ಕೇಂದ್ರದಲ್ಲಿರುವುವು. ಅದರ ಸುತ್ತಲೂ ಇಲೆಕ್ಟ್ರೋನುಗಳು ತಮ್ಮತಮ್ಮ ಪಥಗಳಲ್ಲಿ ತಿರುಗುವುವು. ಆಕಾಶದಲ್ಲಿ ಸೂರ್ಯನು ಕೇಂದ್ರಸ್ಥಾನದಲ್ಲಿದ್ದು ಎಲ್ಲಾ ಗ್ರಹಗಳೂ ತಮ್ಮತಮ್ಮ ವೃತ್ತಗಳಲ್ಲಿ ನಿರಂತರವೂ ತಿರುಗುವಂತೆ, ಇಲೆಕ್ಟ್ರೋನುಗಳೂ ಪರಮಾಣುವಿನೊಳಗೆ ತಿರುಗುವುವು. ಕಣ್ಣಿಗೂ, ಯಾವತರದ ಸೂಕ್ಷ್ಮದರ್ಶಕಯಂತ್ರಕ್ಕೂ ಗೋಚರವಾಗದ ಈ ಚಿಕ್ಕ ಪರಮಾಣುವಿನ ಒಳಗೆ ಇಷ್ಟೊಂದು ಆಶ್ಚರ್ಯಕರವಾದ ವಿಷಯವು ಎಡೆಬಿಡದೆ, ನಿಯಮಕ್ಕನುಸಾರವಾಗಿ ನಡೆಯುತ್ತಿರುವುದನ್ನು ಕಂಡು ಯಾರೂ ಬೆರಗಾಗದಿರರು. ಇವೆಲ್ಲವನ್ನೂ ಲಾರ್ಡ್ ರೂಥರ್‌ಫೋರ್ಡ್ (Lord Rutherford) ಎಂಬ ಆಂಗ್ಲ ವಿಜ್ಞಾನಿಯು ಕಂಡುಹಿಡಿದನು.

ನಮ್ಮ ಈಗಿನ ಯುಗವು ವಿಜ್ಞಾನಯುಗವು. ವಿಜ್ಞಾನದಿಂದಲೇ ಮಾನವನ ನಾಗರಿಕತೆಯು ವೃದ್ಧಿಹೊಂದುತ್ತ ಹೋಗುವುದು. ಎಲ್ಲ ಕೆಲಸಗಳೂ ಯಂತ್ರಗಳ ಸಹಾಯದಿಂದಲೇ ನಡೆಯುವುವು. ನೆಲದ ಮೇಲೆ ಬಂಡಿಗಳೂ, ಸಮುದ್ರದಲ್ಲಿ ಹಡಗುಗಳೂ, ಅಂತರಿಕ್ಷದಲ್ಲಿ ವಿಮಾನಗಳೂ ಪ್ರಯಾಣಕ್ಕೆ ಅನುಕೂಲವಾಗಿರುವುವು. ಒಂದು ತಿಂಗಳು ಹಿಡಿಯುತ್ತಿದ್ದ ಪ್ರಯಾಣವು ಈಗ ಒಂದು ದಿವಸದೊಳಗೇ ಮುಗಿಯುವುದು. ಹೊರದೇಶಗಳಲ್ಲಿ ನಡೆಯುತ್ತಿರುವ ವರ್ತಮಾನಗಳು ಆಕಾಶವಾಣಿಯ (Radio) ಮೂಲಕ ಉತ್ತರಕ್ಷಣದಲ್ಲಿಯೇ ನಮಗೆ ಸೇರುವುವು. ವಿಜ್ಞಾನದಿಂದಲೇ ಯೂರೋಪು, ಅಮೇರಿಕಾ ಮುಂತಾದ ದೂರದೇಶಗಳೂ ನಮಗೆ ನೆರೆಹೊರೆಯಂತಿರುವುವು. ಇವೆಲ್ಲವೂ ಸಾಧ್ಯ



ಎಕ್ಸ್‌ರೇ ಫೋಟೋ ತೆಗೆಯುವುದು.



ಎಕ್ಸ್‌ರೇ ಪರೀಕ್ಷೆ.

ವಾಗುವುದಕ್ಕೆ ಮುಖ್ಯವಾದ ಕಾರಣವು ವಿದ್ಯುಚ್ಛಕ್ತಿಯೇ ! ಅದನ್ನು ಬಹಳ ಸುಲಭವಾಗಿ ತಯಾರಿಸಬಹುದು. ಅದೂ ಒಂದು ತರದ ಶಕ್ತಿ. ಈಶಕ್ತಿಯು ಲೋಹ ಮೊದಲಾದ ಕೆಲವು ವಸ್ತುಗಳಲ್ಲಿ ಮಾತ್ರ ಹರಿಯು ವುದು–ಗಾಜು, ಪಿಂಗಾಣಿ ಮೊದಲಾದ ವಸ್ತುಗಳಲ್ಲಿ ಹರಿಯಲಾರದು. ವಿದ್ಯುತ್ಪ್ರವಾಹವನ್ನು ಆಂಪೇರ್ (Ampere) ಎಂಬ ಮಾನದಿಂದ ಅಳೆಯುವರು. ಈ ಪ್ರವಾಹವನ್ನು ಉಂಟುಮಾಡುವ ವಿದ್ಯುತ್ತಿನ ಒತ್ತಾಟವನ್ನು ವೋಲ್ಟ್ (Volt) ಎಂಬ ಮಾನದಿಂದ ಅಳೆಯು ವರು. ನೀರು ಒಂದು ನಳಿಗೆಯ ಮೂಲಕ ಹರಿದು ಹೋಗಬೇಕಾದರೆ, ನಳಿಗೆಯ ಒಂದು ಕಡೆಯಲ್ಲಿ ನೀರಿನ ಮಟ್ಟವು ಏರಿರಬೇಕು. ನೀರು ಮೇಲು ಮಟ್ಟದಿಂದ ಕೀಳುಮಟ್ಟಕ್ಕೆ ಹರಿಯುವುದು. ವಿದ್ಯುಚ್ಛಕ್ತಿ ಯೂ ಅದರಂತೆಯೇ! ವಿದ್ಯುತ್ತು ಹರಿಯಬೇಕಾದರೆ ಅದಕ್ಕೂ ಒಂದು ವಿದ್ಯುತ್ತಿನ ಮಟ್ಟವಿರಬೇಕು. ಅದೂ ಮೇಲುಮಟ್ಟದಿಂದ ಕೀಳು ಮಟ್ಟಕ್ಕೆ ಹರಿಯುವುದು. ಬೆಳಕಿನ ಮತ್ತು ವಿದ್ಯುತ್ತಿನ ವಿಷಯ ವಾಗಿ ಸ್ವಲ್ಪಮಟ್ಟಿಗೆ ಇಲ್ಲಿ ತಿಳಿಸಿದಂತಾಯಿತು.

---

೨. ಎಕ್ಸ್‌ರೇಯು ಪ್ರಥಮಶೋಧನೆ.

ಎಕ್ಸ್‌ರೇಯು ಒಂದುಜಾತಿಯ ಬೆಳಕು. ಇದನ್ನು ಜರ್ಮನಿಯಲ್ಲಿ ಪ್ರೊಫೆಸರ್ ವಿಲ್ಹೆಲ್ಮ್ ಕೋನ್ರಾಡ್ ರೋಂಟ್ಜನ್ ಎಂಬಾತನು 1895ನೇ ನವಂಬರ್ 8ನೇ ತಾರೀಖಿನ ದಿವಸ ಕಂಡುಹಿಡಿದನು. ಇದಕ್ಕೂ ಪೂರ್ವದಲ್ಲಿದ್ದ ಹೆಮ್‌ಹೋಲ್ಟ್ಸ್, ಹಿಟ್ಟೋರ್ಫ್, ಹರ್ಟ್ಸ್, ಕ್ರೂಕ್ಸ್, ಲೀನಾರ್ಡ್ ಇವರೇ ಮೊದಲಾದ ವೈಜ್ಞಾನಿಕರು ತಮ್ಮತಮ್ಮ ಪರಿಶೋಧನೆಯ ಪರಿಶ್ರಮದಿಂದ ಕಟ್ಟಿದ ವಿಜ್ಞಾನದೇವತೆಯ ಗರ್ಭಗುಡಿಗೆ, ರೋಂಟ್ಜನ್ನಿನ ನೂತನ ಶೋಧನೆಯು ಕಲಶವನ್ನಿಟ್ಟಂತೆ ಶೋಭಾಯಮಾನವಾಯಿತು. ಆತನು ಆ ಸಮಯದಲ್ಲಿ ಕ್ರೂಕ್ಸ್‌ನಳಿಗೆಯ ಪರಿಶೋಧನೆಯನ್ನು ನಡೆಸುತ್ತಿದ್ದನು.

ಒಂದು ಉದ್ದವಾದ ಗಾಜಿನ ನಳಿಗೆಯ ಎರಡೂ ಬಾಯಿಗಳನ್ನು ಮುಚ್ಚಿ, ಅವುಗಳ ಮೂಲಕ ಚಿಕ್ಕಚಿಕ್ಕ ಎರಡು ತುಂಡು ಸರಿಗೆಗಳನ್ನು ಸಿಕ್ಕಿಸಿ, ಅವುಗಳ ಹೊರಬದಿಯನ್ನು ವಿದ್ಯುಚ್ಛಕ್ತಿಯ ಅಧಿಕವಾದ ಒತ್ತಾಟವನ್ನು ಒದಗಿಸುವ ಸಾಧನಕ್ಕೆ ಜೋಡಿಸಿದರೂ, ವಿದ್ಯುತ್ಪ್ರವಾಹವಾಗಲಾರದು. ಕಾರಣವೇನು? ಎರಡುಕಡೆಯ ಸರಿಗೆಗಳನ್ನೂ ಒಂದಕ್ಕೊಂದು ಕೂಡಿಸಿರುವುದಿಲ್ಲ. ಅಲ್ಲದೆ ಅವುಗಳ ಎಡೆಯಲ್ಲಿ ವಿದ್ಯುತ್ತಿಗೆ ಪ್ರತಿಕೂಲವಾದ ವಾಯುವಿದೆ. ಈ ನಳಿಗೆಯಲ್ಲಿರುವ ವಾಯುವನ್ನು ಶೋಷಿಸುತ್ತ ಬಂದಂತೆ, ಇದರಲ್ಲಿರುವ ಗಾಳಿಯಲ್ಲಿ ನಾನಾತರದ ವಿಚಿತ್ರಸಂಗತಿಗಳು ಕಂಡುಬರುವವು. ಕೊನೆಗೆ ವಿದ್ಯುತ್ಪ್ರವಾಹವೂ ಆಗುವುದು. ವಿದ್ಯುತ್ತು ನಳಿಗೆಗೆ ಸೇರುವ ತುದಿಯನ್ನು ಧನಧ್ರುವ (Anode) ವೆಂದೂ, ನಳಿಗೆಯನ್ನು ಬಿಡುವ ತುದಿಯನ್ನು ಋಣಧ್ರುವ (Cathode) ವೆಂದೂ ಕರೆಯಬಹುದು. ವಾಯುವಿನ ಒತ್ತಾಟವನ್ನು ವಾಯುಮಾಪಕದಿಂದ ಕಂಡುಹಿಡಿಯಬಹುದು. ಇದರಲ್ಲಿ ವಾಯುವಿನ ಒತ್ತಾಟದಿಂದ ಪಾದರಸವು ಒಂದು ನಳಿಗೆಯೊಳಗೆ ಕೆಳಗೆ ಬೀಳದಂತೆ ಎಷ್ಟು

ಎತ್ತರದವರೆಗೆ ನಿಲ್ಲುವುದೆಂದು ತಿಳಿಯುವುದು. ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ನಮ್ಮಲ್ಲಿನ ವಾಯುವಿನ ಒತ್ತಾಟವು, ಕಡಲ ತೀರದಲ್ಲಿ 76 ಸೆ.ಮಿಾಟರ್. ಈ ಕ್ರೂಕ್ಸ್ ನಳಿಗೆಯೊಳಗೆ ವಾಯುವಿನ ಒತ್ತಾಟವು 1 ಸೆ. ಮಿಾಟರಿಗೆ ಬಂದೊಡನೆಯೇ ಎರಡು ಧ್ರುವಗಳ ಸುತ್ತಲೂ ಒಂದುತರದ ಬೆಳಕಿನ ಮಿನುಗು ಹೊರಡುವುದು. ಆದರೆ ಇವೆರಡರ ನಡುವಣ ಸ್ಥಳದಲ್ಲಿ ಕತ್ತಲೆಯಾಗಿರುವುದು. ಈ ನಳಿಗೆಯಲ್ಲಿ ಗಾಳಿಯು ಇನ್ನೂ ಕಡಿಮೆಯಾದಂತೆ ಧನಧ್ರುವದಿಂದ ಹೊರಡುವ ಮಿನುಗು ಚಿತ್ರದಲ್ಲಿ ಕಾಣಿಸಿರುವಂತೆ ಪದರುಪದರುಗಳಾಗಿ ತೋರುವುದು. ಅಲ್ಲದೆ ಆಗ ಋಣಧ್ರುವದ ಸುತ್ತಲೂ ಕತ್ತಲೆ ಕಾಣಿಸುವುದು. ಗಾಳಿಯ ಒತ್ತಾಟವು ·001 ಸೆ. ಮಿಾಟರಿನಷ್ಟು ಕಡಿಮೆಯಾದಾಗ, ಎಲ್ಲಾ ಮಿನುಗುಗಳೂ ಮಾಯವಾಗಿ, ಋಣಧ್ರುವದ ಸುತ್ತಲಿದ್ದ ಕತ್ತಲೆಯು ಇಡೀ ನಳಿಗೆಯನ್ನೇ ಆವರಿಸುವುದು.



ಸ್ವಲ್ಪವೇ ವಾಯುವಿರುವ ನಳಿಗೆಯಮೂಲಕ ವಿದ್ಯುದ್ವಿಸರ್ಜನೆ.

ಈ ಸ್ಥಿತಿಯಲ್ಲಿ ಋಣಧ್ರುವದಿಂದ ವಿದ್ಯುದಣುಗಳು ವಿಸ್ತಾರಹೊಂದುವವು. ಈ ವಿಸ್ತರಣಕ್ಕೆ ಕೇಥೋಡ್ ಕಿರಣಗಳು (Cathode rays) ಎಂದು ಹೆಸರು. ಇವುಗಳನ್ನು ಕಿರಣಗಳೆಂದು ಕರೆದರೂ, ಬೆಳಕಿನ ಲಕ್ಷಣವು ಇವುಗಳಿಗಿಲ್ಲ. ವಾಸ್ತವವಾಗಿ ಇವುಗಳು ಪರಮಾಣುವಿನ ಅತ್ಯಂತ ಕಿರಿದಾದ ಅಂಶಗಳು. ಇವುಗಳು ಕಣ್ಣಿಗೆ ಅಗೋಚರವಾದರೂ, ನಳಿಗೆಗೆ ಬಂದು ಬಡಿಯುವ ಸ್ಥಳದಲ್ಲಿ ಗೋಚರವಾಗುವ ಒಂದು ಬೆಳಕನ್ನುಂಟುಮಾಡುವವು. ಇವು ವಸ್ತುವಿನ ಅಂಶವೇ ಆದುದರಿಂದ, ಇವಕ್ಕೆ ಎಲ್ಲಾ ವಸ್ತುಗಳಿಗಿರುವಂತೆ ತೂಕ, ಗಾತ್ರ, ಮುಂತಾದ ಎಲ್ಲಾ ಪರಿಮಾಣಗಳೂ ಇವೆ. ಇವಕ್ಕಿರುವ ವೇಗದ ಮತ್ತು ಭಾರದ

ದೆಸೆಯಿಂದ, ಇದಿರಿಗೆ ಒಂದು ಸಣ್ಣ ಉರುಳೆ ಅಥವಾ ಚಕ್ರವನ್ನಿರಿಸಿದರೆ, ಅದನ್ನು ಉರುಳಿಸಿಕೊಂಡೇ ಹೋಗುವವು. ಇವುಗಳು ಸರಳ ರೇಖೆಯಲ್ಲಿಯೇ ಚಲಿಸುವವೆಂದು ತಿಳಿದಿದೆ. ಅಲ್ಲದೆ ಒಂದು ಅಯಸ್ಕಾಂತವನ್ನು ನಳಿಗೆಯ ಹೊರಗಡೆಯಿಂದಲೇ ಹಿಡಿದರೆ, ಈ ಕಿರಣಗಳು ಬಾಗುವುವು. ಆದುದರಿಂದ ಇವು ವಿದ್ಯುದಣುಗಳ ಸಮೂಹವೆಂದು ಊಹಿಸಬಹುದು. ಈ ಕಿರಣಗಳು ಹೀಗೆ ಬಗ್ಗುವ ದಿಕ್ಕನ್ನು ಕಂಡು, ಇವುಗಳಲ್ಲಿ ಋಣವಿದ್ಯುತ್ತು ಇರುವುದೆಂದು ನಿಶ್ಚೈಸಿರುವರು. ಇಂತಹ ವಿದ್ಯುದಣುವನ್ನು ಇಲೆಕ್ಟ್ರೋನ್ (Electron) ಎಂದು ಕರೆಯುವರು. ಬಹಳ ಸೂಕ್ಷ್ಮಶೋಧನೆಯಿಂದ ಜೆ. ಜೆ. ಥಾಮ್ಸನ್ (J. J. Thomson) ಎಂಬಾತನು ಇಲೆಕ್ಟ್ರೋನಿನ ಭಾರವನ್ನೂ, ಅದರಲ್ಲಿರುವ ವಿದ್ಯುತ್ತಿನ ಪ್ರಮಾಣವನ್ನೂ ಕಂಡುಹಿಡಿದಿರುವನು.

ಎಲ್ಲಾ ಧಾತುಗಳ ಪರಮಾಣುಗಳಿಗಿಂತಲೂ ಜಲಜನಕದ ಪರಮಾಣುವೇ ಹಗುರವೆಂದೂ, ಇದನ್ನು ತಿರುಗಿ ವಿಭಜಿಸಲಿಕ್ಕೆ ಸಾಧ್ಯವಿಲ್ಲವೆಂದೂ ಹಿಂದೆ ಹೇಳಿರುವೆವು. ಆದರೆ ಇಂತಹ ಜಲಜನಕ ಪರಮಾಣುವಿಗಿಂತ ಈ ವಿದ್ಯುದಣುವು 1840 ಪಾಲು ಕಡಿಮೆತೂಕದ ವಸ್ತು. ಈ ಶೋಧನೆಯಿಂದ ಪರಮಾಣುವಿಗಿಂತಲೂ ಚಿಕ್ಕದಾದ ಅಂಶವನ್ನೂ ಕಂಡುಹಿಡಿದ ಹಾಗಾಯಿತು. ಅಲ್ಲದೆ, ಮೇಲೆ ವಿವರಿಸಿದ ಪ್ರಯೋಗದಲ್ಲಿಯೇ ತಿಳಿಯುವ ಇನ್ನೊಂದು ಸಂಗತಿಯೇನೆಂದರೆ, ಋಣಧ್ರುವದಿಂದ ಹಿಂದುಗಡೆಗೆ ಇನ್ನೊಂದು ರೀತಿಯ ವಿದ್ಯುದಣುಗಳ ಪ್ರವಾಹವಿದೆಯೆಂಬುದು. ಆದರೆ ಈ ಕಿರಣವು ವಿದ್ಯುತ್ತಿನ ಧನಶಕ್ತಿಯಿಂದ ಕೂಡಿರುವುದೆಂದೂ ನಿಶ್ಚಯವಾಯಿತು. ಇಂತಹ ಧನವಿದ್ಯುದಣುಗಳನ್ನು ಪ್ರೋಟೋನ್ಸ್ (Protons) ಎಂದು ಕರೆಯುತ್ತಾರೆ. ಇಲೆಕ್ಟ್ರೋನ್ ಮತ್ತು ಪ್ರೋಟೋನುಗಳಲ್ಲಿನ ವಿದ್ಯುಚ್ಛಕ್ತಿಯ ಮೊತ್ತವು ಒಂದೇ ಸಮನಾದುದು. ಆದರೆ ಸ್ವಭಾವದಲ್ಲಿ ಒಂದಕ್ಕೊಂದು ವಿರುದ್ಧ—ಒಂದು ಋಣ ಇನ್ನೊಂದು ಧನ—ಇಷ್ಟೇ! ತೂಕದಲ್ಲಿಮಾತ್ರ, ಪ್ರೋಟೋನು ಎಲೆಕ್ಟ್ರೋನಿಗಿಂತಲೂ 1840 ಪಾಲು ಅಧಿಕವಾಗಿದೆ.

ಎಂದರೆ, ಪ್ರೋಟೋನಿನ ತೂಕವೂ, ಜಲಜನಕದ ಪರಮಾಣುವಿನ ತೂಕವೂ ಒಂದೇ ಸಮವಾಗಿದೆ. ಪರಮಾಣುವೇ ವಸ್ತುವಿನ ಅತ್ಯಲ್ಪವಾದ ಅಂಶವು—ಅದಕ್ಕಿಂತಲೂ ಚಿಕ್ಕದಾದ ಅಂಶವೇ ಇಲ್ಲವೆಂಬ ವಾದವು ಈ ಒಂದು ಪರಿಶೋಧನೆಯಿಂದಲೇ ತಿರಸ್ಕೃತವಾಯಿತು.

1895 ರಲ್ಲಿ ರೋಂಟ್ಜನನು ವುರ್ಜ್‌ಬರ್ಗ್ ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾಲಯದಲ್ಲಿ ಭೌತಿಕಶಾಸ್ತ್ರ ವಿಜ್ಞಾನಿಯಾಗಿದ್ದು, ಈ ಕೇಥೋಡ್ ಕಿರಣದ ಪರಿಶೋಧನೆಯನ್ನು ನಡೆಸುತ್ತಿದ್ದನು. ಅದೇ ವರುಷದ ನವಂಬರ್ 8 ನೇ ತಾರೀಖಿನ ದಿವಸ ಅವನೊಬ್ಬನೇ ತನ್ನ ಶೋಧನಾಲಯದ ಕತ್ತಲೆಕೋಣೆಯಲ್ಲಿ ಮೇಲೆ ವಿವರಿಸಿದ ಕ್ರೂಕ್ಸ್ ನಳಿಗೆಯನ್ನು ಒಂದು ಕಪ್ಪುಕಾಗದದಲ್ಲಿ ಸುತ್ತಿಟ್ಟು, ಅದರಿಂದ ಹೊರಟ ಕಿರಣಗಳ ಲಕ್ಷಣಗಳನ್ನು ಪರಿಶೋಧಿಸುತ್ತಿದ್ದನು. ಅದರ ಬಳಿಯಲ್ಲಿ ಬೇರಿಯಂ ಪ್ಲೇಟಿನೋ ಸೈನೈಡ್ (Barium Platino Cyanide) ಎಂಬ ವಸ್ತುವನ್ನು ಸವರಿದ ಕಾಗದವಿತ್ತು. ಈ ಶೋಧನೆಯ ಕಾಲದಲ್ಲಿ ಆ ಕಾಗದದಮೇಲೆ ಒಂದು ಬೆಳಕು ಕಾಣಿಸಿತು. ಯಾವುದಾದರೂ ಅದೃಶ್ಯ ಕಿರಣವು ತನ್ನ ಮೇಲೆ ಬಿದ್ದರೆ, ಅದನ್ನು ದೃಶ್ಯವಾಗಿ ಮಾಡುವ ಶಕ್ತಿಯು ಈ ಬೇರಿಯಂ ಪ್ಲೇಟಿನೋ ಸೈನೈಡ್ ಕಾಗದಕ್ಕಿದೆ. ಕೋಣೆಯು ಕತ್ತಲಾಗಿರುವುದರಿಂದ, ಆ ಬೆಳಕು ಯಾವುದೋ ಅದೃಶ್ಯ ಕಿರಣಗಳಿಂದಲೇ ಉಂಟಾಗಿರುವುದೆಂದೂ, ಅಂತಹ ಕಿರಣಗಳು ನಳಿಗೆಯಿಂದಲೇ ಬಂದಿರಬೇಕೆಂದೂ ಆತನು ಊಹಿಸಿದನು. ಅಲ್ಲದೆ ಅಂತಹ ಕಿರಣಗಳು ನಳಿಗೆಯನ್ನು ಮುಚ್ಚಿಟ್ಟಿದ್ದ ಕಪ್ಪುಕಾಗದವನ್ನುಕೂಡ ಹಾದು ಬಂದಿರಬೇಕೆಂದೂ ಅವನಿಗೆ ಹೊಳೆಯಿತು. ಕೂಡಲೇ ಅವನು ತನ್ನ ಕೈಯನ್ನು ನಳಿಗೆಗೂ, ಸೈನೈಡ್ ಪರದೆಗೂ ನಡುವೆ ಹಿಡಿದಾಗ, ಕೈಯ ಎಲುಬಿನ ನೆರಳು ಪರದೆಯಮೇಲೆ ಬಿದ್ದಿತು. ಈ ಹೊಸಕಿರಣಗಳು ಕಾಗದವನ್ನು ಹಾದು ಬಂದಂತೆ, ಕೈಯ ಚರ್ಮಮಾಂಸಗಳನ್ನೂ ಹಾದುಹೋಯಿತು. ಆದರೆ ಹಸ್ತದಲ್ಲಿನ ಎಲುಬಿನೊಳಗಿಂದಮಾತ್ರ ಹಾದುಹೋಗಲಾರದೆ ಅದರ ನೆರಳು ಕಾಗದದ ಮೇಲೆ ಬಿದ್ದಿತು. ಈ ನೂತನ ಕಿರಣಗಳಿಗೆ ಆತನು "ಎಕ್ಸ್-ರೇಸ್" ಎಂಬ ನಾಮಕರಣವನ್ನು ಮಾಡಿದನು.

ಎಕ್ಸ್ (X) ಎಂಬುದು ಇಂಗ್ಲೀಷ್ ಅಕ್ಷರಮಾಲೆಯ 24 ನೇ ಅಕ್ಷರವು. ಗಣಿತದಲ್ಲಿ ಅನಿರ್ದಿಷ್ಟವಾದ ವಸ್ತುವನ್ನಾಗಲಿ, ಒಡವೆಯನ್ನಾಗಲಿ, ಎಕ್ಸ್ ಎಂದು ಹೇಳುವುದುಂಟು. ಹೊಸದಾಗಿ ಕಂಡುಹಿಡಿದ ಆ ಕಿರಣಗಳ ವಿಷಯವಾಗಿ ಆಗ್ಗೆ ಏನೂ ತಿಳಿದಿರಲಿಲ್ಲ. ಅದುದರಿಂದ ರೋಂಟ್ಜನನು ಅದನ್ನು ಎಕ್ಸ್ ಕಿರಣ—ಎಕ್ಸ್‌ರೇ (X-Ray) ಎಂದು ಕರೆದನು. ಇದು ಹೆಚ್ಚು ಪ್ರಚಾರವಾಗಿ, ಇದರ ಅಪಾರ ಪ್ರಯೋಜನವು ಜನರಿಗೆ ತಿಳಿದಮೇಲೆ, ಅವರು ಈ ಕಿರಣವನ್ನು ಅದರ ಪರಿಶೋಧಕನ ಹೆಸರಿನಲ್ಲಿ ಎಂದರೆ, ರೋಂಟ್ಜನ್‌ಕಿರಣ (Roentgen Ray) ವೆಂದು ಕರೆಯಲಾರಂಭಿಸಿದರು. ಈಗ ಎರಡು ಹೆಸರುಗಳೂ ರೂಢಿಯಲ್ಲಿವೆ.

ಎಕ್ಸ್ ಕಿರಣಗಳು ನಳಿಗೆಯೊಳಗೆ ಹೇಗೆ ಉಂಟಾದುವೆಂದು ಸ್ವಲ್ಪ ಯೋಚಿಸುವ. ಒಂದು ಕೋವಿಯಿಂದ ಒಂದು ಗುಂಡನ್ನು ಪ್ರಯೋಗಿಸಿದರೆ, ಗುಂಡು ಬಹಳ ವೇಗದಿಂದ ಮುಂದಕ್ಕೆ ಹಾರುತ್ತದೆ. ಅಂಥ ಗುಂಡಿಗೆ ಚಲನಶಕ್ತಿ ಇದೆ. ಅದು ಹೋಗಿ ಒಂದು ಗಟ್ಟಿಯಾಗಿರುವ ಗುರಿಯನ್ನು (Target) ಹೊಡೆದು, ಅಲ್ಲಿಯೇ ಕೆಳಗೆ ಬೀಳುವುದೆಂದು ಊಹಿಸುವ. ಗುಂಡು ಚಲಿಸದೆ ನಿಂತೊಡನೆ ಅದರಲ್ಲಿದ್ದ ಶಕ್ತಿಯೆಲ್ಲವೂ ರೂಪಾಂತರಗೊಂಡಿತು. ಗುಂಡುಹೊಡೆದಲ್ಲಿ ಲಕ್ಷ್ಯೆಯು ಬಿಸಿಯಾಗುತ್ತದೆ. ಹೊಡೆತಕ್ಕೆ ಬೆಂಕಿಯ ಕಿಡಿಯೂ ಹಾರುತ್ತದೆ. ಆದುದರಿಂದ ಗುಂಡಿನ ಚಲನಶಕ್ತಿಯಲ್ಲಿ ಹೆಚ್ಚಿನ ಅಂಶವು ಕಾವಾಗಿಯೂ, ಸ್ವಲ್ಪ ಬೆಳಕಾಗಿಯೂ ರೂಪಾಂತರಗೊಂಡಿತು. ಕ್ರೂಕ್ಸ್ ನಳಿಗೆಯೊಳಗಿನ ವಿದ್ಯುದಣುಗಳು ಋಣಧ್ರುವದಿಂದ ವಿಸ್ತರಿಸಿ, ಕ್ಷಣಕ್ಕೆ 20,000 ಮೈಲು ವೇಗದಿಂದ ಚಲಿಸುತ್ತವೆ. ಅವುಗಳಿಗೆ ಅಪಾರ ಚಲನಶಕ್ತಿಯಿರುವುದು. ಅವುಗಳು ನಳಿಗೆಯ ಬದಿಗೆ ತಗಲಿದೊಡನೆ ಮುಂದಕ್ಕೆ ಸಾಗಲಾರದೆ ಅಲ್ಲಿಯೇ ನಿಂತುಹೋಗುವುವು. ಅವುಗಳ ಚಲನಶಕ್ತಿಯೆಲ್ಲವೂ ಆಗ ಮಾಯವಾಗುವುದು. ಆದರೆ ಲಯವಾಗುವುದಿಲ್ಲ. ಅದರಲ್ಲಿ 99% ಪಾಲು ಉಷ್ಣವಾಗಿ ಪರಿವರ್ತನೆಗೊಂಡು, ಬರಿಯ 1% ರಷ್ಟು ಮಾತ್ರ ಬೆಳಕಿನಂತಿರುವ ಕಣ್ಣಿಗೆ

ತೋರದ ಕಿರಣಗಳಾಗಿ ಮಾರ್ಪಡುವುದು. ಈ ಕಿರಣವೇ ಎಕ್ಸ್‌ರೇ. ಈ ಎಕ್ಸ್ - ಕಿರಣವು ಅಯಸ್ಕಾಂತದ ಸೆಳೆತಕ್ಕೆ ಬಗ್ಗುವುದಿಲ್ಲ. ಸಾಮಾನ್ಯ ಬೆಳಕಿನಂತೆ ಇದು ಫೋಟೋ ಪ್ಲೇಟಿನ ಮೇಲೆ ಪರಿಣಮಿಸ ಬಲ್ಲುದು. ಮರ, ರಟ್ಟು, ವಸ್ತ್ರ, ಇವೆಲ್ಲವನ್ನೂ ಈ ಕಿರಣಗಳು ಹಾದುಹೋಗುವವು. ಸಾಧಾರಣವಾಗಿ ತೆಳ್ಳಗಿನ ಲೋಹದ ತಗಡುಗಳೆಲ್ಲಾ ಈ ಕಿರಣಗಳಿಗೆ ಪಾರದರ್ಶಕಗಳು. ಆದರೆ ಬೇರೆಬೇರೆ ಲೋಹಗಳಲ್ಲಿ ಈ ಕಿರಣಗಳ ಪ್ರವೇಶಶಕ್ತಿಯು ಬೇರಬೇರೆ ಪ್ರಮಾಣದಲ್ಲಿದೆ. ಇವೇ ಮೊದಲಾದ ಲಕ್ಷಣಗಳನ್ನುಕೂಡ ರೋಂಟ್ಜನ್ ಒಬ್ಬನೇ ಎರಡೇ ದಿವಸಗಳಲ್ಲಿ ಕಂಡುಹಿಡಿದನು.

ಈ ವರ್ತಮಾನವು ಕೆಲವೇ ದಿವಸಗಳಲ್ಲಿ ವಾರ್ತಾಪತ್ರಗಳ ಮೂಲಕ ಭೂಲೋಕದ ಎಲ್ಲಾ ಮೂಲೆಮೂಲೆಗಳಿಗೂ ಹಬ್ಬಿತು. ಇದರಿಂದ ವೈಜ್ಞಾನಿಕರಿಗೂ, ವೈದ್ಯರಿಗೂ ಬಹಳ ಉಪಯೋಗವಿದ್ದುದರಿಂದ, ಎಲ್ಲರೂ ಇದನ್ನು ಪರಿಶೋಧಿಸಲಿಕ್ಕೆ ಆರಂಭಿಸಿದರು. ಈ ಶೋಧನೆಯಿಂದಾಗಿ ಲೋಕದ ಪ್ರಮುಖ ವೈಜ್ಞಾನಿಕರ ಕೂಟದಲ್ಲಿ ರೋಂಟ್ಜನನನ್ನು ಸೇರಿಸಿದರು. ಹಲವರು ಇವನನ್ನು ಬಿರುದುಗಳಿಂದಲೂ, ಪ್ರಶಂಸಾಪತ್ರಗಳಿಂದಲೂ ಗೌರವಿಸಿದರು. ಸರ್ ಆಲ್‌ಫ್ರೆಡ್ ನೋಬೆಲ್ ಎಂಬಾತನು, ತನ್ನ ಹೇರಳವಾದ ಧನದಲ್ಲಿ ಒಂದು ಭಾಗವನ್ನು ಸ್ವೇಡಿಷ್ ಅಕಾಡೆಮಿಯವರ ವಶದಲ್ಲಿ ಕೊಟ್ಟು, ಅದರ ಬಡ್ಡಿಯಿಂದ ಪ್ರತಿವರ್ಷವೂ ಆ ವರ್ಷದ ಪ್ರಮುಖ ಶಾಸ್ತ್ರಜ್ಞನಿಗೆ 8000 ಪವನಿನ ಬಹುಮಾನವನ್ನು ಕೊಡುತ್ತ ಬರಬೇಕೆಂದು ನಿರ್ಣಯಿಸಿದ್ದನು. ಈ ಪ್ರಥಮ ನೋಬೆಲ್ ಬಹುಮಾನವನ್ನು 1901 ರಲ್ಲಿ ಎಕ್ಸ್‌ರೇಯನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿದ ರೋಂಟ್ಜನನಿಗೆ ಕೊಟ್ಟಿರುವುದರಿಂದ ಅವನ ಪ್ರಸಿದ್ಧಿಯು ವ್ಯಕ್ತವಾಗುವುದು.

ರೋಂಟ್ಜನನು 1845 ನೇ ಇಸವಿಯ ಮಾರ್ಚಿ 27 ರಲ್ಲಿ ಜರ್ಮನಿಯ ಲೆನ್ನೆಫ್ ಎಂಬ ಚಿಕ್ಕ ಪಟ್ಟಣದಲ್ಲಿ ಒಂದು ಬಡ ಕುಟುಂಬದಲ್ಲಿ ಜನಿಸಿದವನು. ಆತನ ತಂದೆಯು ಒಬ್ಬ ಜವುಳಿವ್ಯಾಪಾರಿ. ಆತನಿಗೆ ಇವನೊಬ್ಬನೇ ಮಗನು. ಇವನು ಶಾಲೆಯಲ್ಲಿ ಯಾವುದೋ

ತಂಟಮಾಡಿದನೆಂದು ಇವನನ್ನು ಶಾಲೆಯಿಂದ ತೆಗೆದುಹಾಕಿದರು. ಆದುದರಿಂದ ಅವನ ವಿದ್ಯೆಯೆಲ್ಲವೂ ಸ್ವಾರ್ಜಿತವೆಂಬೇ ಹೇಳಬಹುದು. ಆತನು ಜೂರಿಕ್ ಎಂಬಲ್ಲಿ ತನ್ನ ಡಿಗ್ರಿಯನ್ನು ಪಡದುಕೊಂಡು ಸ್ಟ್ರಾಸ್ಸ್‌ಬರ್ಗ್, ವುರ್ಜಬರ್ಗ್, ಮತ್ತೂ ಮ್ಯೂನಿಚ್ ವಿಶ್ವವಿದ್ಯಾಲಯಗಳಲ್ಲಿ ಅಧ್ಯಾಪಕನಾದನು. ಆತನು ಹೀಗೆ ತನ್ನ ಪರಿಶೋಧನೆಯಿಂದ ಲೋಕೋಪಕಾರವನ್ನು ಮಾಡುತ್ತಾ, ತನ್ನ ಜೀವನವನ್ನು ಸಾರ್ಥಕಮಾಡಿ, ತನ್ನ 78 ನೇ ವರ್ಷದಲ್ಲಿ ಎಂದರೆ 1923 ನೇ ಇಸವಿ ಫೆಬ್ರುವರಿ 10 ರಲ್ಲಿ ಕೀರ್ತಿಶೇಷನಾದನು.

ಎಕ್ಸ್‌ರೇಯನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿದ ಸಮಯದಲ್ಲಿ ಅದರ ಉಪಯೋಗವುಮಾತ್ರ ಎಲ್ಲರಿಗೂ ತಿಳಿಯಿತೇ ಹೊರತು, ಎಕ್ಸ್‌ರೇ ಎಂದರೇನು ? ಇಲೆಕ್ಟ್ರೋನುಗಳಂತೆ ಅವು ವಸ್ತುವಿನ ಅಂಶಗಳೋ, ಅಥವಾ ಬೆಳಕಿನಂತಿರುವ ಬರೇ ಒಂದು ಶಕ್ತಿಯೋ? ಎಂಬುದು ತಿಳಿದಿರಲಿಲ್ಲ. ಈ ಎರಡು ರೀತಿಯ ಭಿನ್ನತತ್ವಗಳನ್ನು ಅನುಮೋದಿಸುವ ಶಾಸ್ತ್ರಜ್ಞರಲ್ಲಿ ಬಹುಕಾಲ ಚರ್ಚೆನಡೆಯುತ್ತಿತ್ತು. ಅವುಗಳು ವಿದ್ಯುದಣುಗಳಾಗಿದ್ದರೆ ಅಯಸ್ಕಾಂತದ ಸೆಳೆತಕ್ಕೆ ಬಗ್ಗಬೇಕು. ಆದರೆ ಪ್ರಯೋಗದಲ್ಲಿ ಹಾಗೆ ಕಂಡುಬರಲಿಲ್ಲ. ಅಥವಾ ಅವು ಬೆಳಕಿನಂತೆ ತರಂಗವಾಗಿ ಹರಿಯುವುದಾದರೆ, ಅದನ್ನು ಒಂದು ದರ್ಪಣಕ್ಕೆ ಸಂಧಿಸಿದರೆ ಪ್ರತಿಬಿಂಬಿಸಬೇಕು; ಅಷ್ಟುಮಾತ್ರವಲ್ಲದೆ ಅದನ್ನು ಲೋಲಕದ ಅಥವಾ ಗ್ರೇಟಿಂಗಿನ ಮೂಲಕ ಹಾದುಹೋಗುವಂತೆ ಮಾಡಿದರೆ, ಅದರ ವರ್ಣಪಂಜ್ತಿಯು ಕಾಣಿಸಬೇಕು. ಈ ಯಾವ ಪ್ರಯೋಗಕ್ಕೂ ಎಕ್ಸ್‌ರೇಯು ಒಳಗಾಗದಿದ್ದುದರಿಂದ, ಇದು ಬೆಳಕಿನಂತೆಯೇ ಇದೆಯೆಂದು ಧೈರ್ಯವಾಗಿ ಹೇಳಲು ಬರಲಿಲ್ಲ. ಹೀಗೆಯೇ ಸುಮಾರು 17 ವರ್ಷಗಳು ಸಂದುಹೋದವು.

1912 ರಲ್ಲಿ ಪ್ರೊಫೆಸರ್ ಲೋವ್ (Prof. Laue) ಎಂಬಾತನು, ಎಕ್ಸ್‌ರೇಯು ಬೆಳಕಿನಂತೆ ತರಂಗವೇ. ಆದರೆ ಅವರ ತರಂಗಮಾನವು ಮಾತ್ರ ಬೆಳಕಿಗಿಂತಲೂ ಹತ್ತುಸಾವಿರಪಾಲು ಚಿಕ್ಕದು. ಆದುದರಿಂದಲೇ ಬೆಳಕಿಗೆ ಕಾಗದ, ಹಲಗೆ, ಮೊದಲಾದು

ವುಗಳನ್ನು ಹಾದುಹೋಗುವ ಶಕ್ತಿಯಿಲ್ಲದಿದ್ದರೂ, ಎಕ್ಸ್‌ರೇಗೆ ಇರುವುದು. ಅಲ್ಲದೆ ಎಷ್ಟು ನಯವಾದ ದರ್ಪಣವನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸಿದರೂ ಎಕ್ಸ್‌ರೇಯಂತಹ ಬಹು ಚಿಕ್ಕದಾದ ತರಂಗದಪಾಲಿಗೆ ಅದು ದೊರಗಾಗಿಯೇ ಇರುವುದು. ಆದುದರಿಂದಲೇ ಅದು ಕಿರಣವನ್ನು ಪ್ರತಿಬಿಂಬಿಸಲಾರದು. ಬೆಳಕಿಗೆ ಉಪಯೋಗಿಸುವ ಗ್ರೇಟಿಂಗಿನಲ್ಲಿ ಒಂದು ಅಂಗುಲಕ್ಕೆ ಇಪ್ಪತ್ತುಸಾವಿರ ಗೆರೆಗಳಿವೆ. ಎಕ್ಸ್‌ರೇಯಪಾಲಿಗೆ ಇದು ಸ್ಥೂಲಸಾಧನವಾಗಿರುವುದು. ಅದಕ್ಕೆ ಬೇಕಾದ ಸಾಧನದಲ್ಲಿ ಕನಿಷ್ಠಪಕ್ಷ ಅಂಗುಲಕ್ಕೆ 800 ಲಕ್ಷ ಗೆರೆಗಳಾದರೂ ಬೇಕಾಗುವುವು. ಇಂತಹ ಸಾಧನವನ್ನು ಮನುಷ್ಯನು ನಿರ್ಮಿಸುವುದು ಕೇವಲ ಅಸಾಧ್ಯವೇ. ಆದರೆ ಪ್ರಕೃತಿಯೇ ಅದನ್ನು ನಮಗೆ ಮಾಡಿಟ್ಟಿರುವುದು. ಸಾಧಾರಣವಾಗಿ ನಾವು ಊಟಕ್ಕೆ ಉಪಯೋಗಿಸುವ ಉಪ್ಪು, ಹರಳು ಹರಳಾಗಿ (crystals) ಇರುವುದು. ಇಂತಹ ಹರಳಿನ ಒಳಗಡೆ ಪರಮಾಣುಗಳು ಸಮಾನಾಂತರದ ಸಾಲುಗಳಲ್ಲಿರುವುವು. ಆದುದರಿಂದಲೇ ಈ ಹರಳುಗಳು ಯಾವಾಗಲೂ ಘನಚತುರಶ್ರ (cube) ವಾಗಿಯೇ ಇರುವುವು. ಲೋವ್ ಎಂಬವನು, ಎಕ್ಸ್‌ರೇಗೆ ಉಪ್ಪಿನ ಒಂದು ದೊಡ್ಡ ಹರಳನ್ನು ಗ್ರೇಟಿಂಗನ್ನಾಗಿ ಉಪಯೋಗಿಸಬಹುದೆಂದು ಮೊದಲು ಸೂಚಿಸಿದನು. ಈ ಸಲಹೆಯ ಮೇರೆಗೆ ಅದೇವರ್ಷ ಫ್ರೆಡರಿಕ್ ಮತ್ತು ನಿಪ್ಪಿಂಗ್ (Fredrich and Knipping) ಎಂಬವರು ಪ್ರಯೋಗಮಾಡಿ ನೋಡಿ, ಲೋವೆಯು ಹೇಳಿದುದೆಲ್ಲವನ್ನೂ ಅನುಮೋದಿಸಿದರು. ಈ ಪ್ರಯೋಗದಿಂದ ಎಕ್ಸ್‌ರೇಯು ಬೆಳಕಿನ ವರ್ಗಕ್ಕೆ ಸೇರಿದ ಶಕ್ತಿಯ ಒಂದು ರೂಪವೇ ಎಂಬುದು ಸ್ಥಾಪಿತವಾಯಿತು. ಮಾತ್ರವಲ್ಲದೆ, ಅದರ ತರಂಗಮಾನವನ್ನು ಅಳೆಯುವುದಕ್ಕೂ, ಎಲ್ಲಾ ಹರಳುಗಳ ಒಳಗಿನ ಪರಮಾಣುಗಳ ವ್ಯವಸ್ಥೆ, ರಚನೆ ಮುಂತಾದುವು ಹೇಗೆಂಬುದನ್ನು ಪರಿಶೋಧಿಸುವುದಕ್ಕೂ ಸಾಧ್ಯವಾಯಿತು. ಈ ವಿಷಯಗಳನ್ನು ಇನ್ನೂ ವಿವರವಾಗಿ ಮುಂದೆ ಓದಬಹುದು. ರೋಂಟ್ಜನನಿಂದೀಚೆಗೆ, ಎಕ್ಸ್‌ರೇ ಶೋಧನೆಯನ್ನು ಮುಂದುವರಿಸಿದವನು ಪ್ರೊಫೆಸರ್ ಲೋವ್ ಎಂಬವನೇ.

ಬೆಳಕು, ಎಕ್ಸ್‌ರೇ ಇವೆರಡೂ ಒಂದೇ ವರ್ಗಕ್ಕೆ ಸೇರಿದವುಗಳೆಂದ ಹಾಗಾಯಿತು. ಬೆಳಕು ಕಣ್ಣಿಗೆ ಗೋಚರಿಸುವುದು. ಎಕ್ಸ್‌ರೇ ಕಣ್ಣಿಗೆ ಅಗೋಚರವಾಗಿರುವುದು. ಇಂತಹ ಇನ್ನು ಯಾವಯಾವ ಅಗೋಚರ ಕಿರಣಗಳಿವೆಯೆಂಬುದನ್ನು ಸೂಕ್ಷ್ಮವಾಗಿ ಇಲ್ಲಿ ತಿಳಿಸ ಬಹುದು. ಈ ವರ್ಗಕ್ಕೆ ಸೇರಿದ ಎಲ್ಲಾ ಕಿರಣಗಳೂ, ಕ್ಷಣಕ್ಕೆ 186 ಸಾವಿರ ಮೈಲು ವೇಗದಲ್ಲಿ, ಬರೇ ಆಕಾಶದಲ್ಲಿಯೇ (aether) ಚಲಿ ಸುತ್ತವೆ. ನಮ್ಮ ಕಣ್ಣಿಗೆ ಕಾಣುವ ಬೆಳಕಿನಲ್ಲಿ 7 ಬಣ್ಣಗಳಿವೆ. ಈ ಬಣ್ಣಗಳಿಗೆ ತರಂಗಮಾನದಲ್ಲಿ ಹೆಚ್ಚುಕಡಿಮೆಯಿರುವುದೇ ಹೊರತು, ಗುಣದಲ್ಲಿ ಯಾವುದೊಂದು ವ್ಯತ್ಯಾಸವೂ ಇಲ್ಲ. ಕೆಂಪುವರ್ಣದ ತರಂ ಗವು ಬಹಳ ದೊಡ್ಡದಾಗಿಯೂ, ನೇರಳೆಬಣ್ಣದ ತರಂಗವು ಬಹಳ ಚಿಕ್ಕ ದಾಗಿಯೂ ಇರುವುವು. ಸಾಧಾರಣವಾಗಿ ತರಂಗಮಾನವನ್ನು ಇಂಚಿ ನಿಂದಲೂ, ಸೆಂಟಿಮಿಾಟರಿನಿಂದಲೂ ಅಳೆಯುವುದು ಕಷ್ಟ. ಅಲೆಗಳು ಬಹಳ ಚಿಕ್ಕದಾಗಿರುವುದರಿಂದ, ಸೆಂಟಿಮಿಾಟರಿನ ನೂರು ಮಿಲಿಯದಲ್ಲಿ ಒಂದಂಶವನ್ನೇ, ಎಂದರೆ $\frac{1}{100,000,000}$ ಸೆ. ಮೀ. ಮಾನವಾಗಿಟ್ಟುಕೊ ಳ್ಳುವುದು ರೂಢಿಯಲ್ಲಿದೆ. ಇದನ್ನು ಆಂಗ್‌ಸ್ಟ್ರಾಂಗ್ ಎಂಬಾತನು ಮೊದಲು ರೂಢಿಗೆ ತಂದುದರಿಂದ ಇದಕ್ಕೆ ಆಂಗ್‌ಸ್ಟ್ರಾಂಗ್ ಮಾನ ವೆಂದು ಹೆಸರು. ಹಾಗೆಯೇ ಕೆಂಪುವರ್ಣದ ತರಂಗಮಾನವು 7000 ಆ. ಮಾ; ನೇರಳೆಯದು, 4000 ಆ. ಮಾ. 7000 ದಿಂದ 4000 ಆ. ಮಾನದ ಒಳಗಿನ ಅಳತೆಯ ಕಿರಣಗಳುಮಾತ್ರ ನಮ್ಮ ಕಣ್ಣಿಗೆ ಗೋಚರವಾಗುವುವೇ ಹೊರತು ಬೇರೆ ಯಾವುದೂ ಆಗುವುದಿಲ್ಲ. ಕೆಂಪು ಬಣ್ಣದ ಒತ್ತಿಗೆ, ಅದಕ್ಕಿಂತಲೂ ಉದ್ದವಾದ ಕಿರಣಗಳನ್ನು ಅಲ್ಪಾರುಣ (Infra Red) ವೆಂದು ಕರೆಯುವರು. ಇದೇ ಕಾವಿನ ಕಿರಣ. ಇದು ಸಾಧಾರಣ 7000 ಆ. ಮಾನದಿಂದ, ಒಂದು ಸೆಂಟಿಮಿಾಟರ್ ಉದ್ದದವರೆಗೂ ಇರುವುದು. ಇದಕ್ಕಿಂತಲೂ ಉದ್ದವಾಗಿರುವ ತರಂಗ ಗಳೂ ಇವೆ. ಅವುಗಳೇ ರೇಡಿಯೋ ಅಲೆಗಳು. ಅದರ ತರಂಗ ಮಾನವು ಸಾಧಾರಣ ಒಂದು ಗಜದಿಂದ ಒಂದು ಮೈಲಿಯಷ್ಟು ಉದ್ದ ವಿರುವುದು. ತರಂಗಮಾನವು ಅಧಿಕವಾದಂತೆ, ಅದರಶಕ್ತಿಯು ಕಡಿಮೆ

ಯಾಗುವುದು. ಬೆಳಕಿಗಿಂತ ಕಾವಿನ ಕಿರಣದಲ್ಲಿಯೂ, ಕಾವಿನ ಕಿರಣಕ್ಕಿಂತ ರೇಡಿಯೋ ಅಲೆಗಳಲ್ಲಿಯೂ ಶಕ್ತಿಯು ಕಡಿಮೆ.

ಬೆಳಕಿನ ಕಿರಣಗಳ ಗುಂಪಿನ ಇನ್ನೊಂದು ಕೊನೆಯ ಕಿರಣವನ್ನು ಕುರಿತು ಸ್ವಲ್ಪ ಯೋಚಿಸುವ. ನೇರಳೆ ಕಿರಣಕ್ಕಿಂತ ಚಿಕ್ಕದಾದ ಅವರ ಒತ್ತಿನ ಕಿರಣವು 'ಅಧಿಕನೇರಳೆ' (Ultra Violet) ಎಂದೆನಿಸುವುದು. ಇದರ ತರಂಗಮಾನವು 4000 ದಿಂದ 200 ಆ. ಮಾನದವರೆಗೆ ಇರುವುದು. ಇಂತಹ ಅಧಿಕನೇರಳೆಯ ಕಿರಣಗಳು ನಮಗೆ ಸೂರ್ಯನಿಂದಲೂ ಬರುತ್ತವೆ. ಇದಕ್ಕಿಂತಲೂ ಚಿಕ್ಕದಾಗಿರುವ ಕಿರಣಗಳೇ ಎಕ್ಸ್‌ರೇಗಳು. ಇವು 100 ರಿಂದ ·01 ಆ. ಮಾನದವರೆಗೆ ಇರುವುವು. ಇವುಗಳಲ್ಲಿ ಉದ್ದುದ್ದ ತರಂಗಗಳಿಗೆ ಶಕ್ತಿ ಕಡಿಮೆ. ಇಂತಹ ಕಿರಣಗಳು ಹೆಚ್ಚು ದಪ್ಪವಿರುವ ಲೋಹದ ಪದರಗಳನ್ನು ಹಾದುಹೋಗಲಾರವು. ಇವಕ್ಕೆ 'ಮಂದ ಕಿರಣ' (Soft X-Rays) ಎಂದು ಹೆಸರು. ಬಹಳ ಚಿಕ್ಕ ತರಂಗಗಳುಳ್ಳ ಎಕ್ಸ್‌ರೇಯು ಸಾಧಾರಣ 5 ಅಂಗುಲ ದಪ್ಪದ ಉಕ್ಕಿನ ತಗಡನ್ನೂ ಕೂಡ ಹಾದುಹೋಗುವುದು. ಇದನ್ನು ತೀಕ್ಷ್ಣಕಿರಣ (Hard X-Rays) ವೆಂದು ಕರೆಯುವರು. ಎಕ್ಸ್‌ರೇಗಿಂತಲೂ ಚಿಕ್ಕದಾದ ಎಂದರೆ, ಸಾಧಾರಣ ·01 ರಿಂದ ·001 ಆ. ಮಾನದವರೆಗೆ ಇರುವ ಕಿರಣಗಳಿಗೆ 'ಗಾಮಾಕಿರಣ' (Gamma Rays) ಎಂದು ಹೆಸರು. ಇವು ರೇಡಿಯಂ (Radium) ಎಂಬ ಧಾತುವಿನಿಂದ ತಮ್ಮಷ್ಟಕ್ಕೆ ಎಡೆಬಿಡದೆ ಹೊರಡುತ್ತಿರುವ ಕಿರಣಗಳು! ಇವು 15 ಅಂಗುಲ ದಪ್ಪದ ಉಕ್ಕಿನ ಹಾಳೆಯನ್ನುಕೂಡ ದಾಟಿಹೋಗಬಲ್ಲುವು. ಇವಕ್ಕೂ ಚಿಕ್ಕದಾಗಿರುವ ಕಿರಣಗಳಿವೆ. ಅವಕ್ಕೆ ವಿಶ್ವಕಿರಣ (Cosmic Rays) ಎಂದು ಹೆಸರು. ಅವುಗಳು ಅನಂತಾಕಾಶದಲ್ಲಿ ಹುಟ್ಟುವುವು. ಅಲ್ಲಿಯೇ ವಿದ್ಯುದಣುಗಳ ಸಂಘಟನೆಯಿಂದ ಬೇರೆಬೇರೆ ಪರಮಾಣುಗಳು ಸೃಷ್ಟಿಯಾಗಿ, ಮತ್ತೆ ಕೆಲವು ಪರಮಾಣುಗಳು ಲಯವಾಗಿ, ಈ ಸೃಷ್ಟಿಲಯ ಕಾಲದಲ್ಲಿ ಶಕ್ತಿಯು ಬಿಡುಗಡೆ ಹೊಂದಿ, ವಿಶ್ವಕಿರಣವಾಗಿ ವಿಶ್ವವನ್ನು ವ್ಯಾಪಿಸುವುವು. ಅಲ್ಟ್ರಾವಯೊಲೆಟ್ ಕಿರಣಗಳಿಗಿಂತ ಎಕ್ಸ್

ಕಿರಣಗಳಲ್ಲಿಯೂ, ಎಕ್ಸ್ ಕಿರಣಗಳಿಗಿಂತ ಗಾಮಾ ಕಿರಣಗಳಲ್ಲಿಯೂ, ಗಾಮಾ ಕಿರಣಗಳಿಗಿಂತ ವಿಶ್ವ ಕಿರಣಗಳಲ್ಲಿಯೂ, ಹೆಚ್ಚು ಶಕ್ತಿಯಿರುವುದು. ಬೆಳಕಿನ ವರ್ಗಕ್ಕೆಸೇರಿದ ದೃಶ್ಯಾದೃಶ್ಯ ಕಿರಣಗಳ ಪಟ್ಟಿಯನ್ನು ಅವುಗಳ ತರಂಗಮಾನದ ಪ್ರಕಾರ ಕೆಳಗೆ ಕೊಟ್ಟಿದೆ.

ಬೆಳಕಿನ ವರ್ಗಕ್ಕೆ ಸೇರಿದ ದೃಶ್ಯಾದೃಶ್ಯ ಕಿರಣಗಳ ಪಟ್ಟಿ.

1 ಆ. ಮಾ=·00000001 ಸೆ. ಮಿ.

ಹೆಸರು.	ತರಂಗಮಾನ.	ಉಂಟಾಗುವ ರೀತಿ.
ವಿಶ್ವಕಿರಣ	10^{-14} ಸೆ. ಮಿ. ಅಥವಾ 10^{-6} ಆ. ಮಾ.	ಆಕಾಶದಲ್ಲಿ ವಸ್ತುಗಳ ಸೃಷ್ಟಿ, ಲಯ ಕಾಲಗಳಲ್ಲಿ ಬಿಡುಗಡೆ ಹೊಂದುವುದು.
ಗಾಮಾಕಿರಣ	·001 ರಿಂದ ·01 ಆ. ಮಾ.	ರೇಡಿಯಂ ಮೊದಲಾದ ಅತ್ಯಧಿಕ ಪರಮಾಣುತೂಕದ ಧಾತುಗಳಿಂದ ತನ್ನಷ್ಟಕ್ಕೆ ಹೊರಸೂಸುವುದು.
ತೀಕ್ಷ್ಣಎಕ್ಸ್‌ರೇ	·01 ರಿಂದ ·5 ಆ. ಮಾ.	4 ಲಕ್ಷ ದಿಂದ 2 ಲಕ್ಷ ವೋಲ್ಟ್ ವಿದ್ಯುಚ್ಛಕ್ತಿಯಿಂದ ಕೂಲಿಜ್ ನಳಿಗೆಯಲ್ಲಿ ಉಂಟಾಗುವುದು.
ಮಂದಎಕ್ಸ್‌ರೇ	1 ರಿಂದ 100 ಆ. ಮಾ.	ಬರೇ 20,000 ದಿಂದ 5,000 ವೋಲ್ಟ್ ವಿದ್ಯುಚ್ಛಕ್ತಿಯಿಂದ ಎಕ್ಸ್ ರೇ ನಳಿಗೆಯಲ್ಲಿ ಉಂಟಾಗುವುದು.
ಅಲ್ಟ್ರಾವಯೊಲೆಟ್	200 ರಿಂದ 4000 ಆ. ಮಾ.	ಕ್ವಾರ್ಟ್ಸ್ ಅಥವಾ ಸ್ಫಟಿಕದ ನಳಿಗೆಯೊಳಗೆ ಪಾದರಸ ವಿದ್ಯುದ್ದೀಪವು ಬೆಳಗುವಾಗ ಉಂಟಾಗುವುದು.
ಬೆಳಕು	4000 ದಿಂದ 7000 ಆ ಮಾ.	ಸೂರ್ಯನಿಂದಲೂ, ಬೆಂಕಿಯಿಂದಲೂ ಉಂಟಾಗುವುದು.
ಕಾವಿನಕಿರಣ	7000 ಆ. ಮಾ. ದಿಂದ 1 ಸೆ.ಮಿ.	ಸೂರ್ಯನಿಂದಲೂ ಬೆಂಕಿಯಿಂದಲೂ ಉಂಟಾಗುವುದು.
ರೇಡಿಯೋ ಅಲೆಗಳು	.1 ಸೆ. ಮಿ. ನಿಂದ 1 ಮೈಲು	

ಎಕ್ಸ್‌ರೇಯು ಲೋಹದ ತಗಡನ್ನು ಹಾದುಹೋಗುವುದೆಂದು ಈ ಮೊದಲೇ ತಿಳಿಸಿದೆ. ಆದರೆ, ಬೇರೆಬೇರೆ ಲೋಹಗಳಲ್ಲಿ ಈ ಪಾರದರ್ಶಕತೆಯು ಬೇರೆಬೇರೆಯಾಗಿದೆ. ಒಂದು ಲೋಹದ ಪರಮಾಣುವಿನ ತೂಕವು ಅಧಿಕವಾದಂತೆ, ಅದರ ಪಾರದರ್ಶಕತೆಯು ಕಡಿಮೆಯಾಗುತ್ತ ಹೋಗುವುದು. ಸೀಸದ ಪರಮಾಣುಭಾರವು 207 ರಷ್ಟು ಅಧಿಕವಾಗಿರುವುದರಿಂದ, ಯಾವ ಎಕ್ಸ್ ಕಿರಣಗಳೂ ಕಾಲು ಅಂಗುಲದಷ್ಟು ದಪ್ಪದ ಒಂದು ಸೀಸದ ತಗಡನ್ನು ದಾಟಲಾರವು. ಆದರಿಂದಲೇ, ಎಕ್ಸ್‌ರೇಯಿಂದ ಅಪಾಯವುಂಟಾಗದಂತೆ ಭದ್ರತೆಗಾಗಿ, ಅದರ ನಳಿಗೆಯನ್ನು ಸೀಸದ ತಗಡಿನಿಂದ ಮುಚ್ಚುವುದು ವಾಡಿಕೆಯಾಗಿದೆ. ಈ ಕಿರಣಗಳು ಹಗುರವಾದ ವಸ್ತುಗಳನ್ನು ಹಾದುಹೋಗುವ ಗುಣವುಳ್ಳುವಾದುದರಿಂದ, ವೈದ್ಯಕ್ಕೂ, ಉದ್ಯೋಗಗಳಿಗೂ ಇವುಗಳಿಂದ ತುಂಬಾ ಸಹಾಯವಿದೆ. ಈ ಕಿರಣಗಳು ಮನುಷ್ಯನ ದೇಹದೊಳಗಿಂದ ಹಾದುಹೋಗುವಾಗ, ಮಾಂಸ ಮತ್ತು ಎಲುಬು ಇವುಗಳ ಪಾರದರ್ಶಕತೆಗಳಲ್ಲಿ ವ್ಯತ್ಯಾಸವಿರುವುದರಿಂದ ಎಲುಬಿನ ನೆರಳು ಎಲ್ಲದಕ್ಕಿಂತ ಕಡಿದಾಗಿ ಕಾಣಿಸುವುದು.

ಫೋಟೋ ತೆಗೆಯುವ ಪ್ಲೇಟುಗಳನ್ನು ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ಕಪ್ಪು ಕಾಗದದಲ್ಲಿ ಸುತ್ತಿ, ರಟ್ಟಿನ ಅಥವಾ ತಗಡಿನ ಪೆಟ್ಟಿಗೆಯಲ್ಲಿ ಹಾಕಿಟ್ಟು ಕತ್ತಲೆ ಕೋಣೆಯಲ್ಲಿಡುವರು. ಹಾಗಿಲ್ಲದೆ, ಎಲ್ಲಿಯಾದರೂ ಬೆಳಕಿನ ರಶ್ಮಿಗಳು ಒಳಗೆ ಸೇರಿಕೊಂಡರೆ, ಪ್ಲೇಟು ಕೆಟ್ಟುಹೋಗುವುದು. ಕ್ರೂಕ್ಸ್ ನಳಿಗೆಯನ್ನುಪಯೋಗಿಸಿ ಪರಿಶೋಧಿಸುತ್ತಿದ್ದವರು ತಮ್ಮ ಪೆಟ್ಟಿಗೆಯೊಳಗಿದ್ದ ಪ್ಲೇಟುಗಳನ್ನು ಕ್ರೂಕ್ಸ್‌ನಳಿಗೆಯ ಪ್ರಯೋಗಶಾಲೆಯಲ್ಲಿರಿಸಿದಾಗ, ಅವು ಕೆಟ್ಟುಹೋಗಿದ್ದುದು ಅವರ ಗಮನಕ್ಕೆ ಬಂದಿತು. ಆದರೆ ಇದರ ಕಾರಣವು ಮಾತ್ರ ಯಾರಿಗೂ ಹೊಳೆಯಲಿಲ್ಲ. ಇದರ ಕಾರಣವನ್ನು ರೋಂಟ್ಜನ್ ಎಂಬವನೇ ಮೊದಲು ಕಂಡುಹಿಡಿದನು. ಕ್ರೂಕ್ಸ್ ನಳಿಗೆಯಲ್ಲಿ ಉತ್ಪನ್ನವಾದ ಎಕ್ಸ್ ಕಿರಣಗಳೇ ಪೆಟ್ಟಿಗೆ, ಕಾಗದ ಮೊದಲಾದವುಗಳನ್ನೆಲ್ಲಾ ಹಾದುಹೋಗಿ, ಪ್ಲೇಟನ್ನು ಕೆಡಿಸಿರಬೇಕೆಂದು ಆತನು ಸೂಚಿಸಿದನು. ಆದುದರಿಂದ ಈ ಹೊಸಕಿರಣ

ಗಳು ಫೋಟೋ ಪ್ಲೇಟುಗಳನ್ನು ಬೆಳಕಿನಂತೆಯೇ ಮಾರ್ಪಡಿಸುವು ವೆಂದು ತಿಳಿಯಿತು. ಇದರಿಂದಲೇ ಮನುಷ್ಯನ ಶರೀರದ ಅಥವಾ ವಸ್ತುಗಳ ಒಳಭಾಗದ ಚಿತ್ರವನ್ನು ಎಕ್ಸ್‌ರೇಮೂಲಕ ತೆಗೆಯಲು ಸಾಧ್ಯವಾಯಿತು.

ಬೆಳಕಿಗಿಂತಲೂ ಅಧಿಕಶಕ್ತಿಯಿರುವ ಯಾವುದಾದರೂ ಅಗೋಚರ ಕಿರಣಗಳು ಬೇರಿಯಂ ಪ್ಲೇಟಿನೋ ಸೈನೈಡ್ ಎಂಬ ವಸ್ತುವನ್ನು ಸವರಿದ ಕಾಗದದ ಮೇಲೆ ಬಿದ್ದೊಡನೆಯೇ ಅವು ಗೋಚರವಾಗುವ ಬೆಳಕನ್ನು ಕೊಡುವುವು. ಇಂತಹ ಕಾಗದಕ್ಕೆ ಅಥವಾ ಫರದೆಗೆ ಅದೃಶ್ಯಕಿರಣದರ್ಶಕವೆಂದು ಹೆಸರು. ಎಕ್ಸ್ ಕಿರಣಗಳು, ಇಂತಹ ಲವಣಗಳನ್ನು ಸವರಿದ ಕಾಗದಕ್ಕೆ ಬಡಿದಾಗ, ಅದರ ಸಂಘರ್ಷಣೆಯಿಂದ ಶಕ್ತಿಕುಂದಿ, ಮೊದಲು ಅಗೋಚರವಾಗಿದ್ದರೂ ಈಗ ಗೋಚರವಾಗುವುವು.

ಅಲ್ಟ್ರಾವಯೊಲೆಟ್ ಕಿರಣಗಳು ಸೋಡಿಯಂ, ಪೊಟಾಷಿಯಂ ಇವೇ ಮೊದಲಾದ ಕೆಲವು ಧಾತುಗಳಮೇಲೆ ಬಿದ್ದೊಡನೆ ಆ ಧಾತುಗಳಿಂದ ಇಲೆಕ್ಟ್ರೋನುಗಳು ಹೊರಹೊಮ್ಮುವವು. ಇವುಗಳನ್ನು ಚಲಿಸುವಂತೆ ಮಾಡಿದರೆ ವಿದ್ಯುತ್ಪ್ರವಾಹವಾಗುವುದು. ಇದರಿಂದ ಬೆಳಕನ್ನು ವಿದ್ಯುತ್ತನ್ನಾಗಿ ಮಾರ್ಪಡಿಸಿದಂತಾಯಿತು. ಇದಕ್ಕೆ ಪ್ರಭಾವಿದ್ಯುತ್ಕರಣ (Photo Electric Effect) ಎಂದುಹೆಸರು. ಎಕ್ಸ್‌ರೇಯನ್ನು ಕೂಡ ಯಾವುದಾದರೂ ಲೋಹದಮೇಲೆ ಪ್ರಯೋಗಿಸಿದರೆ ಅದರಿಂದ ಇಲೆಕ್ಟ್ರೋನುಗಳು ಸಿಡಿಯುವವು.

ಸಾಧಾರಣವಾಗಿ ಯಾವ ಅನಿಲವೂ ವಿದ್ಯುದ್ವಾಹಕವಲ್ಲ. ಆದರೆ, ಯಾವುದಾದರೊಂದು ಅನಿಲದಮೂಲಕ ಎಕ್ಸ್‌ರೇಯನ್ನು ಹಾದುಹೋಗುವಂತೆ ಮಾಡಿದರೆ, ಆ ಅನಿಲವೂ ವಿದ್ಯುದ್ವಾಹಕವಾಗುವುದು. ಅನಿಲದ ಪರಮಾಣುಗಳು ವಿದ್ಯುದಣುಗಳ ಕೂಟವೆಂದು ಹಿಂದೆ ಹೇಳಿರುವೆವಷ್ಟೆ. ಎಕ್ಸ್ ಕಿರಣಗಳು ಹೆಚ್ಚು ಶಕ್ತಿವುಳ್ಳವುಗಳಾದುದರಿಂದ ಅನಿಲದ ಪರಮಾಣುವನ್ನು ಬಡಿದು, ಅದರಿಂದ

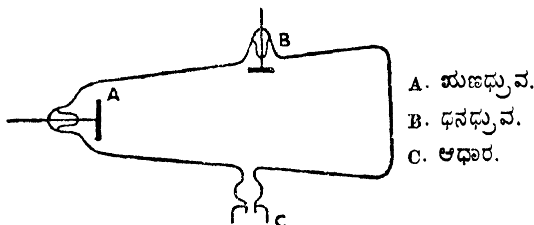
ಇಲೆಕ್ಟ್ರೋನುಗಳನ್ನು ಹೊರಡಿಸುವುವು. ಹೀಗೆ ಇಲೆಕ್ಟ್ರೋನುಗಳನ್ನು ಕಳೆದುಕೊಂಡ ಪರಮಾಣುಗಳಿಗೆ, ಅಯೋನ (ions) ಗಳೆಂದು ಹೆಸರು. ಒಂದು ಅನಿಲದ ಅಣುಗಳು ಅಯೋನಗಳಾದರೆ, ಆಗ ಅದು ವಿದ್ಯುದ್ವಾಹಕವಾಗುವುದು. ಅನಿಲಕ್ಕೆ ಬಡಿಯುವ ಎಕ್ಸ್‌ರೇಯ ತೀಕ್ಷ್ಣತೆಯು ಅಧಿಕವಾದಂತೆ, ಅನಿಲದೊಳಗಿನ ವಿದ್ಯುತ್ಪ್ರವಾಹವೂ ಅಧಿಕವಾಗುವುದು. ಈ ವಿದ್ಯುತ್ಪ್ರವಾಹವನ್ನು ಬಹಳ ಸೂಕ್ಷ್ಮ ಯಂತ್ರಗಳ ಸಹಾಯದಿಂದ ಅಳೆದು, ಅದಕ್ಕೆ ಕಾರಣವಾದ ಎಕ್ಸ್ ರೇಯು ಎಷ್ಟು ತೀಕ್ಷ್ಣವಾಗಿರುವುದೆಂದು ತಿಳಿಯಬಹುದು. ಇಂತಹ ಸಾಧನಕ್ಕೆ ಅಯೋನ್ ಕಾರ್ಯರಂಗ (ionisation chamber) ವೆಂದು ಹೆಸರು. ಇಂತಹ ಸ್ಥಳವು ಎಕ್ಸ್‌ರೇ ಸಂಬಂಧವಾದ ಕೆಲಸ ಮಾಡುವ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳಿಗೂ, ವೈದ್ಯರಿಗೂ ಬಹಳ ಪ್ರಯೋಜನಕಾರಿ ಯಾಗಿದೆ.

ರೊಂಟ್ಜನ್ ಕಿರಣಗಳನ್ನು ಯಾವುದಾದರೂ ಧಾತುವಿನ ಮೇಲೆ ಪ್ರಯೋಗಿಸಿದರೆ, ಆದರಿಂದ ಆ ಧಾತುವಿಗೆ ಸಂಬಂಧಪಟ್ಟ ಎಕ್ಸ್‌ರೇ ಹುಟ್ಟುವುದು. ಈ ವಿಷಯವಾಗಿ ಎಕ್ಸ್‌ರೇಯ ಭೌತಿಕಶಾಸ್ತ್ರವೆಂಬ ಪ್ರಕರಣದಲ್ಲಿ ಇನ್ನೂ ಹೆಚ್ಚಾಗಿ ತಿಳಿಸಿದೆ.

---

೩. ಎಕ್ಸ್‌ರೇಯ ಉಪಕರಣಗಳು.

ರೋಂಟ್ಜೆನನು ಎಕ್ಸ್‌ರೇಯನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿದಾಗ ಉಪಯೋಗಿಸುತ್ತಿದ್ದ ಕ್ರೂಕ್ಸ್ ನಳಿಗೆಗೂ, ಈಗ ಉಪಯೋಗದಲ್ಲಿರುವ ಕೂಲಿಜ್ ನಳಿಗೆಗೂ ಬಹಳ ವ್ಯತ್ಯಾಸವುಂಟು. ರೋಂಟ್ಜೆನನು ಉಪಯೋಗಿಸಿದ ನಳಿಗೆಯನ್ನು ಚಿತ್ರದಲ್ಲಿ ತೋರಿಸಿದೆ.



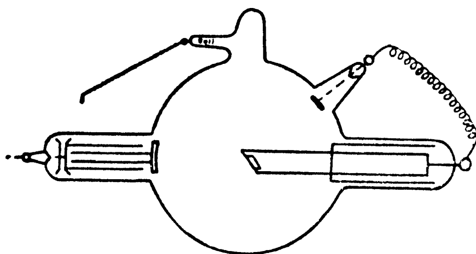
ಕ್ರೂಕ್ಸ್ ನಳಿಗೆ.

ಈ ನಳಿಗೆಯಲ್ಲಿರುವ ಗಾಳಿಯನ್ನು ಶೋಷಿಸಿ ಹೊರಕ್ಕೆ ತೆಗೆದಿದೆ. ಆದರೂ ಸ್ವಲ್ಪ ಅಂಶವನ್ನು, ಎಂದರೆ ಸಾಧಾರಣ ·001 ಸೆ. ಮಿ. ಒತ್ತಾಟವುಳ್ಳ ವಾಯುವನ್ನು, ಅದರೊಳಗೆ ಉಳಿಸುವರು. A ಮತ್ತು B ಗೆ ಅಧಿಕ ವೋಲ್ಟಿನ ವಿದ್ಯುತ್ತನ್ನು ಜೋಡಿಸಿದೆ. ಋಣಧ್ರುವದಿಂದ ಹೊರಟ ಇಲೆಕ್ಟ್ರೋನುಗಳು ಬಹು ವೇಗದಿಂದ ವಿಸ್ತರಿಸಿ ಇದಿರು ಬದಿಯಲ್ಲಿರುವ ಚಪ್ಪಟೆಯ ಬದಿಗೆ ಬಡಿಯಲು, ಎಕ್ಸ್‌ರೇಯು ಉತ್ಪನ್ನವಾಗಿ ಹೊರಗೆ ಪ್ರಸರಿಸುವುದು. ಹೀಗೆ ಉಂಟಾಗುವ ಎಕ್ಸ್‌ರೇಯು ಹೆಚ್ಚು ಸ್ಥಳದಲ್ಲಿ ಉತ್ಪನ್ನವಾಗಿ, ನಾನಾಕಡೆಗಳಿಗೆ ಹಬ್ಬುವುದರಿಂದ, ಇದರ ತೀಕ್ಷ್ಣತೆಯು ಕಡಿಮೆಯಾಗುವುದು. ಎಕ್ಸ್‌ರೇ ನಳಿಗೆಯಲ್ಲಿ ಮಾಡಿರುವ ಸುಧಾರಣೆಗಳೆಲ್ಲಾ ಅದರ ತೀಕ್ಷ್ಣತೆಯನ್ನು ಅಧಿಕವಾಡುವುದಕ್ಕೋಸ್ಕರವೇ ಆಗಿದೆ. ಇಲೆಕ್ಟ್ರೋನುಗಳು ವೇಗದಿಂದ ಚಲಿಸಿ ಗಾಜಿನ ನಳಿಗೆಗೆ ಬಡಿದು, ನಳಿಗೆಯು ಕ್ರಮೇಣ ದುರ್ಬಲವಾಗಿ ತುಂಡಾಗುವುದೂ ಉಂಟು. ಇದಕ್ಕಾಗಿ ಕ್ಯಾಂಬೆಲ್

ಮತ್ತು ಸ್ವಿಂಟನ್ (Campbell—Swinton) ಎಂಬವರು ಇಲೆಕ್ಟ್ರೋನುಗಳ ದಾರಿಯಲ್ಲಿ ಲೋಹದ ಲಕ್ಷ್ಯೆಯನ್ನಿಟ್ಟು ಅದರಿಂದ ಹೊಸಕಿರಣಗಳು ಹೊರಡುವಂತೆ ಮಾಡಿದರು. 1896 ನೇ ಇಸವಿಯಲ್ಲಿ ಜಾಕ್‌ಸನ್ (Jackson) ಎಂಬಾತನು ವೃತ್ತಾಕಾರದ, ಸ್ವಲ್ಪ ಬಾಗಿದ ಋಣಧ್ರುವವನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸಿ, ಅದರ ಕೇಂದ್ರದಲ್ಲಿಯೇ ಲೋಹದ ಲಕ್ಷ್ಯೆಯನ್ನಿಟ್ಟು, ಎಲ್ಲಾ ಕಿರಣಗಳೂ ಅಲ್ಲಿಯೇ ಕೇಂದ್ರಿಸುವಂತೆಯೂ, ಅದರಶಕ್ತಿಯು ಎಷ್ಟೋಪಾಲು ಹೆಚ್ಚುವಂತೆಯೂ ಮಾಡಿದನು.

ಎಲೆಕ್ಟ್ರೋನುಗಳನ್ನು ಗುರಿಗೆ ಹೊಡೆದಾಗ, ಅದರ ಚಲನಶಕ್ತಿಯು ಶೇಕಡಾ 99 ಪಾಲಿನಷ್ಟು ಕಾವಾಗಿಯೂ, ಒಂದು ಪಾಲಿನಷ್ಟುಮಾತ್ರ ಎಕ್ಸ್‌ರೇಯಾಗಿಯೂ ಮಾರ್ಪಡುವುದು. ಆದುದರಿಂದ ಲಕ್ಷ್ಯೆಯು ಬಹಳ ಬಿಸಿಯಾಗುವುದು. ಮೊದಲು ಎಲ್ಯುಮಿನಿಯಮ್ ಲಕ್ಷ್ಯೆಯನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸಿದಾಗ ಅದು ಕರಗಿತು. ಅದನ್ನು ಕಂಡಮೇಲೆ, ಅಷ್ಟು ಸುಲಭವಾಗಿ ಕರಗದ ಲೋಹವನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸಬೇಕೆಂದು ತಿಳಿಯಿತು. ಇದಕ್ಕೆ ಉಪಯೋಗಿಸುವ ಲೋಹದ ಪರಮಾಣುಸಂಖ್ಯೆಯು ಅತ್ಯಧಿಕವಾಗಿರಬೇಕು; ಅದು ಕರಗುವ ಮಿತಿಯು ಆದಷ್ಟು ಹೆಚ್ಚಿರಬೇಕು; ಅದು ಅತ್ಯಧಿಕ ಉಷ್ಣವಾಹಕವಾಗಿರಬೇಕು.—ಇವೇ ಮೊದಲಾದ ಕೆಲವು ನಿಯಮಗಳಿವೆ. ಪ್ಲೇಟಿನಮ್ (Platinum) ಎಂಬ ಲೋಹದ ಪರಮಾಣುಸಂಖ್ಯೆಯು 78, ಮತ್ತು ಅದು ಕರಗುವ ಮಿತಿಯು 1750 ಡಿಗ್ರಿಯಾಗಿರುವುದರಿಂದ ಅದನ್ನೇ ಮೊದಲು ಉಪಯೋಗಿಸಿದರು. ಆದರೆ ಆ ಲೋಹವು ಬಹಳ ಬೆಲೆಯುಳ್ಳದ್ದಾದುದರಿಂದಲೂ, ಅದರ ಉಷ್ಣವಾಹಕತ್ವವು (.17) ಕಡಿಮೆಯಾದುದರಿಂದಲೂ ಅದೊಂದನ್ನೇ ಉಪಯೋಗಿಸುವುದನ್ನು ಬಿಟ್ಟರು. ಅದರಬದಲು, ಒಂದು ತೆಳ್ಳಗಿನ ಪ್ಲೇಟಿನಮ್ ತಗಡನ್ನು ಅಗ್ಗವಾದ ತಾಮ್ರದತುಂಡಿಗೆ ಹೊದಿಸಿ ಉಪಯೋಗಿಸಿದರು. ತಾಮ್ರಕ್ಕೆ ಅಧಿಕ (.92) ಉಷ್ಣವಾಹಕಶಕ್ತಿಯಿರುವುದರಿಂದ, ಈ ಎರಡು ಲೋಹಗಳ ಜೋಡಣೆಯು ಬಹಳ ಒಳ್ಳೆಯದಾಯಿತು. ಹೆಚ್ಚಾಗಿ ಈಗೀಗ

ಪ್ಲೇಟಿನಮ್ ತಗಡನ್ನು ನಿಕ್ಕಲಿನ ತುಂಡಿಗೆ ಪೋಣಿಸಿ, ಅದನ್ನು ತಾಮ್ರದತುಂಡಿಗೆ ಬೆಸೆಯುತ್ತಾರೆ. ಪ್ಲೇಟಿನಮಿಗಿಂತಲೂ ಹೆಚ್ಚು ಪರಮಾಣುಸಂಖ್ಯೆಯಿರುವ ಥೋರಿಯಮ್ (90) ಮತ್ತು ಯುರೇನಿಯಮ್ (92) ಎಂಬ ಧಾತುಗಳ ಲಕ್ಷ್ಯೆಗಳನ್ನು ತಯಾರಿಸಿ, ಇನ್ನೂ ತೀಕ್ಷ್ಣವಾದ ಎಕ್ಸ್‌ರೇಯನ್ನು ಪಡೆಯುತ್ತಾರೆ. ಇವೆಲ್ಲಕ್ಕಿಂತಲೂ ಟಂಗ್‌ಸ್ಟೆನ್ (Tungsten) ಎಂಬ ಲೋಹವೇ ಅತ್ಯುತ್ತಮವೆಂದು ಪರಿಶೋಧನೆಯಿಂದ ತಿಳಿದುಬಂದಿರುವುದು. ಈ ಲೋಹದ ಪರಮಾಣುಸಂಖ್ಯೆಯು 74, ಆದರೂ ಅದು ಕರಗುವ ಮಿತಿಯು 3200 ಡಿಗ್ರಿಯಷ್ಟು ಹೆಚ್ಚು. ಆದರ ಉಷ್ಣವಾಹಕತ್ವವೂ (.35) ಕಡಿಮೆಯಲ್ಲ. ಈ ಲೋಹವನ್ನು ತಾಮ್ರದ ತುಂಡಿಗೆ ಮೊದಲು ಪೋಣಿಸುವುದು ಅಸಾಧ್ಯವಾಗಿ ಕಂಡುಬಂದರೂ, ಕೊನೆಗೆ ವಾಯುವೇ ಇಲ್ಲದ ಖಾಲಿಸ್ಥಳದಲ್ಲಿತಾಮ್ರದ ತುಂಡಿನಮೇಲೆ ಟಂಗ್‌ಸ್ಟೆನ್ನಿನ ಎರಕವನ್ನು ಹೊಯ್ಯುವವಿಧಾನವನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿದರು. ಇಂತಹ ಲಕ್ಷ್ಯೆಯುಳ್ಳ ನಳಿಗೆಯ ಚಿತ್ರವನ್ನು ಕೆಳಗೆ ತೋರಿಸಿದೆ.



ಸುವಾತ ಎಕ್ಸ್‌ರೇ ನಳಿಗೆ.

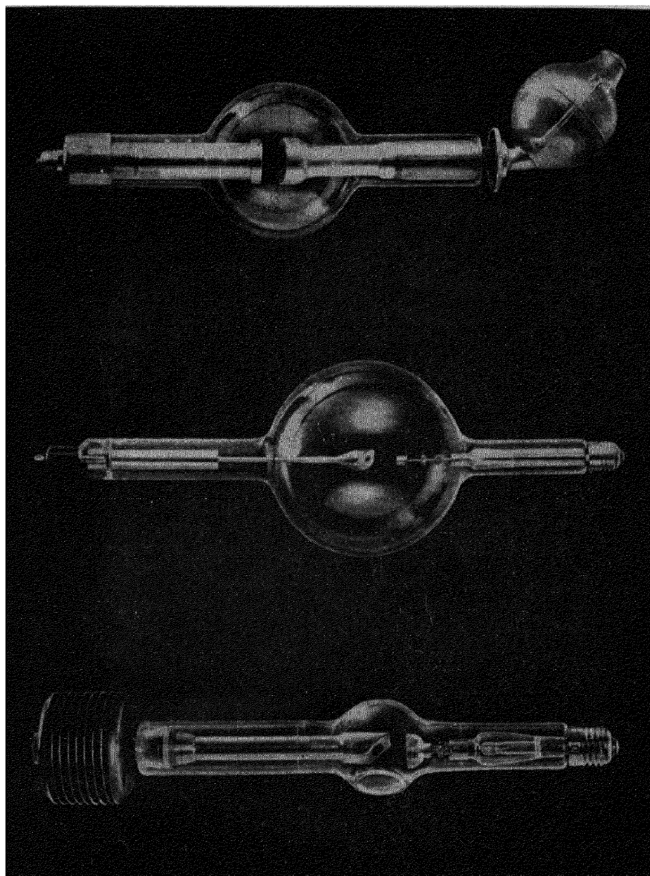
ಇಂತಹ ನಳಿಗೆಯಿಂದ ಎಕ್ಸ್‌ರೇಯು ಉತ್ಪನ್ನವಾಗಬೇಕಾದರೆ, ನಳಿಗೆಯು ತೀರ ನಿರ್ವಾತವಾಗಿರಕೂಡದು. ಅದರಲ್ಲಿ ಸ್ವಲ್ಪ ಗಾಳಿಯಿರಬೇಕು. ಇದಕ್ಕೆ ಸುವಾತ ಎಕ್ಸ್‌ರೇ ನಳಿಗೆ (Gas X-Ray Tube) ಎಂದು ಹೆಸರು. ಈ ನಳಿಗೆಯಮೂಲಕ 20,000 ವೋಲ್ಟಿನ

ಒತ್ತಾಟದ ವಿದ್ಯುತ್ತನ್ನಾದರೂ ಹರಿಯಗೊಡಬೇಕು. ಇದರಿಂದ ನಳಿಗೆ ಯೊಳಗಿದ್ದ ವಾಯುವಿನ ಅಣುಗಳು ಅಯಾನಗಳಾಗಿ ಮಾರ್ಪಟ್ಟು— ಈ ಅಯಾನಗಳು ವಿದ್ಯುಚ್ಛಕ್ತಿಯ ಸೆಳೆತದಿಂದ ಋಣಧ್ರುವಕ್ಕೆ ಬಂದು ಬಡಿಯುತ್ತವೆ. ಈ ಬಡಿತದಿಂದಾಗಿ ಋಣಧ್ರುವದಿಂದ ಕೇಥೋಡ್ ಕಿರಣಗಳು ಅಥವಾ ಇಲೆಕ್ಟ್ರೋನುಗಳು ಹೊರಡುವುವು. ನಳಿಗೆ ಯಲ್ಲಿ ಗಾಳಿಯು ಹೆಚ್ಚಾಗಿದ್ದರೆ—ಮೂಲವಿದ್ಯುತ್ತಿನ ಒತ್ತಾಟವು ಸ್ವಲ್ಪವೇ ಸಾಕಾಗಿ ಆ ನಳಿಗೆಯಿಂದ ಬರುವ ಎಕ್ಸ್‌ರೇಯು ಮಂದ ಸ್ವಭಾವವುಳ್ಳದ್ದಾಗಿರುವುದು. ಇದನ್ನು ಮಂದ ಎಕ್ಸ್‌ರೇಸ್ ಎಂದು ಕರೆಯುವರು. ನಳಿಗೆಯಲ್ಲಿ ವಾಯುವು ಕಡಿಮೆಯಾದಂತೆ, ಮೂಲ ವಿದ್ಯುತ್ತಿನ ಒತ್ತಾಟವು ಹೆಚ್ಚಾಗಬೇಕಾಗುವುದು. ಆದರೆ ಅದರಿಂದ ಹುಟ್ಟುವ ಎಕ್ಸ್‌ರೇಯು ತೀಕ್ಷ್ಣವಾಗುತ್ತಾ ಬರುವುದು. ಆದುದರಿಂದ ನಳಿಗೆಯಿಂದ ಬರುವ ಎಕ್ಸ್‌ರೇಯ ಶಕ್ತಿಯೂ, ತರಂಗಮಾನವೂ ಮೂಲದಲ್ಲಿ ಉಪಯೋಗಿಸುವ ವಿದ್ಯುತ್ತಿನ ಒತ್ತಾಟದಮೇಲೆ ಹೊಂದಿ ಕೊಂಡಿದೆ ನಳಿಗೆಯಲ್ಲಿ ಉತ್ಪನ್ನವಾಗುವ ಎಕ್ಸ್‌ರೇಯ ಮೊತ್ತವು (quantity) ಅದರಲ್ಲಿ ಹುಟ್ಟುವ ವಿದ್ಯುದಣುಗಳ ಅಥವಾ ಇಲೆ ಕ್ಟ್ರೋನುಗಳ ಸಂಖ್ಯೆಯನ್ನು ಹೊಂದಿಕೊಂಡಿದೆ. ಹೀಗೆ ಉಂಟಾಗುವ ಇಲೆಕ್ಟ್ರೋನುಗಳ ಸಂಖ್ಯೆಯು ನಳಿಗೆಯೊಳಗಿರುವ ವಾಯುವನ್ನು ಹೊಂದಿಕೊಂಡಿದೆ. ಹೀಗೆ ನಳಿಗೆಯಲ್ಲಿ ಉತ್ಪನ್ನವಾಗುವ ಎಕ್ಸ್‌ರೇಯ ತೀಕ್ಷ್ಣತೆ, ಮತ್ತು ಮೊತ್ತ, ಇವೆರಡೂ ನಳಿಗೆಯೊಳಗಿರುವ ಗಾಳಿಯ ಒತ್ತಾಟದಮೇಲೆ, ಅಥವಾ ಮೂಲವಿದ್ಯುತ್ತಿನ ಒತ್ತಾಟದಮೇಲೆ ಹೊಂದಿಕೊಂಡಿರುವುದರಿಂದ, ಸ್ವತಂತ್ರವಾಗಿ ಎಕ್ಸ್‌ರೇಯ ತೀಕ್ಷ್ಣತೆ, ಮತ್ತು ಮೊತ್ತ ಇವನ್ನು ಬೇರೆಬೇರೆಯಾಗಿ ಹೆಚ್ಚುಕಡಿಮೆ ಮಾಡು ವುದಕ್ಕೆ ಇಂತಹ ವಾಯುವುಳ್ಳ ನಳಿಗೆಯಲ್ಲಿ ಸಾಧ್ಯವಿಲ್ಲ.

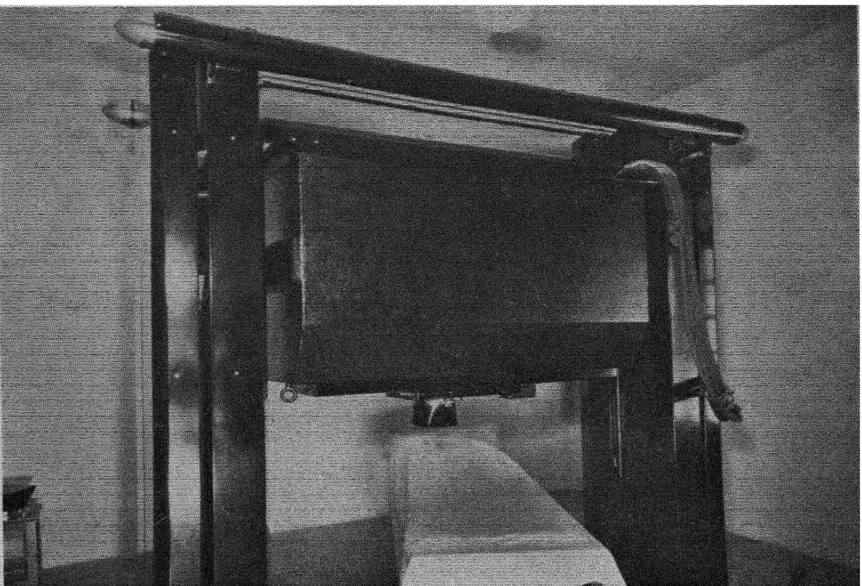
ಇಂತಹ ನಳಿಗೆಗಳನ್ನು ಬಳಸುತ್ತಾ ಹೋದಂತೆ, ಅವುಗಳೊಳಗಿನ ವಾಯುವು ಕ್ರಮೇಣ ಕಡಿಮೆಯಾಗುವುದು. ಆದುದರಿಂದ ಮೊತ್ತ ಮೊದಲು ಎಕ್ಸ್‌ರೇಯನ್ನು ಹೊರಡಿಸಲು ಸಾಕಾದ ವಿದ್ಯುತ್ತಿನ ಒತ್ತಾ ಟವು ಕೊನೆಕೊನೆಗೆ ಸಾಲದಂತಾಗುವುದು. ಇದಕ್ಕಾಗಿ ನಳಿಗೆಯೊಳಗೆ

ಒಂದು ಕಡೆಯಲ್ಲಿ ಬೇರೊಂದು ವಸ್ತುವನ್ನು ಮೊದಲೇ ಇರಿಸುತ್ತಾರೆ. ಅವಶ್ಯಬಂದಾಗ ಈ ವಸ್ತುವನ್ನು ಬಿಸಿಮಾಡಿ, ಅದರಿಂದ ಅನಿಲವನ್ನು ಹೊರಡಿಸಿ, ನಳಿಗೆಯನ್ನು ತುಂಬಿ, ಮೊದಲಿನ ಅನಿಲದಷ್ಟು ಒತ್ತಾಟವು ಬರುವಂತೆ ಮಾಡುತ್ತಾರೆ. ಆಗ ನಳಿಗೆಯು ಮೊದಲಿನಂತೆ ಉಪಯೋಗಕ್ಕೆ ಸಿದ್ಧವಾಗುವುದು.

1912 ನೇ ಇಸವಿಯಲ್ಲಿ ಒ. ಡಬ್ಲ್ಯು. ರಿಚಾರ್ಡ್‌ಸನ್ ಮತ್ತು ಫ್ಲೆಮಿಂಗ್, ಎಂಬವರು, ಯಾವುದಾದರೂ ಒಂದು ಲೋಹದ ಸರಿಗೆಯನ್ನು ಚೆನ್ನಾಗಿ ಬಿಸಿಮಾಡಿದರೆ, ಅದರಿಂದ ಇಲೆಕ್ಟ್ರೋನುಗಳು ಹೊರಹೊಮ್ಮುವವೆಂದು ಕಂಡುಹಿಡಿದರು. ಈ ತತ್ವವನ್ನು ಬಳಸಿಯೇ ಈಗ ರೇಡಿಯೋ ವಾಲ್ವ್‌ಗಳನ್ನು ತಯಾರಿಸುವರು. 1913 ರಲ್ಲಿ ಅಮೇರಿಕದ ಡಬ್ಲ್ಯು. ಡಿ. ಕೂಲಿಜ್ (W. D. Coolidge) ಎಂಬಾತನು, ಮೇಲೆ ಹೇಳಿದ ತತ್ವವನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸಿ ಒಂದು ಹೊಸ ಎಕ್ಸ್‌ರೇ ನಳಿಗೆಯನ್ನು ನಿರ್ಮಿಸಿದನು. ಈ ನಳಿಗೆಗೆ ವಾಯುವಿನ ಅವಶ್ಯವಿಲ್ಲ. ಇದನ್ನು ಕೂಲಿಜ್ ನಳಿಗೆ ಅಥವಾ ನಿರ್ವಾತ ಎಕ್ಸ್‌ರೇ ನಳಿಗೆ (Vacuum X-Ray Tube) ಎಂದು ಕರೆಯುವರು. ಇಂತಹ ನಳಿಗೆಯೊಳಗಿಂದ ಪರಮಾವಧಿ ವಾಯುಶೋಷಣೆ ಮಾಡುತ್ತಾರೆ. ಅದರ ಋಣಧ್ರುವವು ಟಂಗ್‌ಸ್ಟೆನ್ ಲೋಹದ ಒಂದು ತಂತಿಯು. ಧನಧ್ರುವವು ಅದೇ ಲೋಹದ ಲಕ್ಷ್ಯೆಯು. ಇದಕ್ಕೆ ಹೆಚ್ಚು ವೋಲ್ಟ್ ವಿದ್ಯುತ್ತಿನ ಒತ್ತಾಟವನ್ನು ಒದಗಿಸಿದರೂ ಎಕ್ಸ್‌ರೇಯು ಬರಲಾರದು. ಅದಕ್ಕೆ ಬೇರೆ ವಿದ್ಯುತ್ಪ್ರವಾಹವನ್ನು ಋಣಧ್ರುವದ ಸರಿಗೆಯಮೂಲಕ ಕಳುಹಿಸಿ, ಅದನ್ನು ಬಿಸಿಮಾಡಬೇಕು. ಹೀಗೆ ಟಂಗ್‌ಸ್ಟೆನ್ ಸರಿಗೆಯನ್ನು ಬಿಸಿಮಾಡಿಸಿದರೆ ಇಲೆಕ್ಟ್ರೋನುಗಳು ಹೊರಡುವುವು. ನಳಿಗೆಯೊಳಗಿನ ಎರಡು ಧ್ರುವಗಳಿಗೆ ಹೆಚ್ಚು ವಿದ್ಯುತ್ತಿನ ಒತ್ತಾಟವನ್ನು ಒದಗಿಸಿರುವುದರಿಂದ, ಈ ಇಲೆಕ್ಟ್ರೋನುಗಳು ಬಹಳ ವೇಗದಿಂದ ಮುಂದಕ್ಕೆ ಧಾವಿಸುವಾಗ ಲಕ್ಷ್ಯೆಯಿಂದ ತಡೆಯಲ್ಪಟ್ಟು, ಅಲ್ಲಿಂದ ಎಕ್ಸ್‌ರೇಯು ಹುಟ್ಟುವುದು. ಟಂಗ್‌ಸ್ಟೆನ್ ತಂತಿಯಮೂಲಕ ಅಧಿಕ ವಿದ್ಯುತ್ಪ್ರವಾಹವನ್ನು ಕಳುಹಿಸಿದಂತೆ, ಹೆಚ್ಚು ಇಲೆಕ್ಟ್ರೋನುಗಳು



ಕೂಲಿಜ್ ಎಕ್ಸ್‌ರೇ ನಳಿಗೆ.



By courtesy of Dr. P. Rama Rao.

400,000 ವೋಲ್ಟಿನ ಎಕ್ಸ್‌ರೇ ನಳಿಗೆ.

ಬಿಡುಗಡೆಹೊಂದಿ, ಎಕ್ಸ್‌ರೇಯು ಮೊತ್ತವು ಅಧಿಕವಾಗುವುದು. ನಳಿಗೆಯ ಧ್ರುವಗಳಿಗೆ ಒದಗಿಸಿದ ವಿದ್ಯುತ್ತಿನ ಒತ್ತಾಟವನ್ನು ಏರಿಸಿದಂತೆ, ಇಲೆಕ್ಟ್ರೋನುಗಳ ವೇಗವು ಅಧಿಕವಾಗಿ, ಅದರಿಂದುಂಟಾಗುವ ಎಕ್ಸ್‌ರೇಯ ತೀಕ್ಷ್ಣತೆಯು ಹೆಚ್ಚಾಗುವುದು. ಆದುದರಿಂದ ಈ ಕೂಲಿಜ್ ನಳಿಗೆಯಲ್ಲಿ ಎಕ್ಸ್‌ರೇಯ ಮೊತ್ತವನ್ನೂ ಅದರ ತೀಕ್ಷ್ಣತೆಯನ್ನೂ ಬೇಕಾದಂತೆ ಬೇರೆಬೇರೆಯಾಗಿ ಬದಲಾಯಿಸಬಹುದು. ಈ ನಳಿಗೆಯಲ್ಲಿ ಇಂಥ ಅನುಕೂಲವಿರುವುದಲ್ಲದೆ, ಎಕ್ಸ್‌ರೇಯುಕೂಡಾ ಬಹಳ ತೀಕ್ಷ್ಣವಾಗಿರುವುದು. ಸಾಧಾರಣ 400,000 ವೋಲ್ಟ್ ವಿದ್ಯುತ್ತಿನ ಒತ್ತಾಟದಿಂದ ಸುಮಾರು 5 ಇಂಚು ದಪ್ಪದ ಉಕ್ಕಿನ ತಗಡನ್ನು ಹಾದುಹೋಗುವಂತಹ ಎಕ್ಸ್‌ರೇಯನ್ನು ಕೊಡುವ ಕೂಲಿಜ್ ನಳಿಗೆಯನ್ನು ಅಮೇರಿಕದ ಜನರಲ್ ಇಲೆಕ್ಟ್ರಿಕ್ ಎಕ್ಸ್‌ರೇ ಕೋರ್ಪೊರೇಶನ್ (General Electric X-Ray Corporation, U. S. A.) ಎಂಬ ಕಂಪೆನಿಯವರು ತಯಾರಿಸಿರುವರು.

ಇಲೆಕ್ಟ್ರೋನುಗಳು ಲಕ್ಷ್ಯೆಯಮೇಲೆ ಬಡಿದ ಸ್ಥಳದಲ್ಲಿ ಹೆಚ್ಚಿನ ಕಾವು ಉತ್ಪನ್ನವಾಗುವುದು. ಅದನ್ನು ಆದಷ್ಟುಬೇಗ ಹೀರಿ ತೆಗೆಯುವಂತೆ–ಎಂದರೆ, ಲಕ್ಷ್ಯೆಯನ್ನು ತಣ್ಣಗೆ ಮಾಡುವಂತೆ, ಹಲವು ಉಪಾಯಗಳನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿದಿರುವರು. ಟಂಗ್‌ಸ್ಟೆನ್ ಚೂರನ್ನು ತಾಮ್ರದತುಂಡಿಗೆ ಬೆಸೆದು, ಅದು ನಳಿಗೆಯನ್ನು ಹೊರಮೀರುವಂತೆ ಮಾಡಿರುವುದರಿಂದ, ಕಾವು ಆರಲು ವಿಶೇಷ ಅವಕಾಶವು ದೊರಕುವುದು. ಇನ್ನು ಕೆಲವು ಮಾದರಿಗಳಲ್ಲಿ ನೀರಿನ ಬಲದಿಂದ ಈ ಉಷ್ಣವನ್ನು ತೆಗೆಯುತ್ತಾರೆ.

ಸಾಧಾರಣ ಹತ್ತಿಪ್ಪತ್ತು ಸಾವಿರ ವೋಲ್ಟ್ ವಿದ್ಯುತ್ತಿನ ಒತ್ತಾಟವನ್ನು ಎಕ್ಸ್‌ರೇ ನಳಿಗೆಗೆ ಉಪಯೋಗಿಸಬೇಕಾದುದರಿಂದ, ಅದರೊಡನೆ ನಮ್ಮ ಶರೀರಸ್ಪರ್ಶವಾದರೆ ವಿದ್ಯುದ್ಘಾತದ ಅಪಾಯವುಂಟಾಗಬಹುದು. ಇದಕ್ಕೋಸ್ಕರ ಇಂತಹ ಅಪಾಯಕರವಾದ ಸಾಧನವನ್ನು ಎಣ್ಣೆಯಲ್ಲೇ ಮುಳುಗಿಸಿಟ್ಟು ಈ ಅಪಾಯವನ್ನು ನಿವಾರಿಸುತ್ತಾರೆ. ಮೇಕ್ಸಿಮಾರ್ 400 (Maximar 400) ಎಂಬ 400,000 ವೋಲ್ಟ್

ವಿದ್ಯುತ್ತಿನ ಒತ್ತಾಟದಿಂದ ಎಕ್ಸ್‌ರೇಯನ್ನು ಕೊಡುವ ಯಂತ್ರದ ಎಲ್ಲಾ ಉಪಕರಣಗಳನ್ನೂ ಒಂದುತರದ ಎಣ್ಣೆಯಲ್ಲಿ ಮುಳುಗಿಸಿಡು ವರು. ಹೀಗೆ ವಿದ್ಯುದ್ಘಾತದ ಭಯನಿವಾರಣೆಯಾದುದರಿಂದ, ಇಂತಹ ನಳಿಗೆಯನ್ನು ರೋಗಿಯ ತೀರ ಸಮೀಪಕ್ಕೂ ಒಯ್ಯಬಹುದು. ಎಕ್ಸ್‌ರೇಯನ್ನು ಆಸ್ಪತ್ರೆಗಳಲ್ಲಿಯೂ, ಕಾರ್ಖಾನೆಗಳಲ್ಲಿಯೂ, ಪ್ರಯೋಗಶಾಲೆಗಳಲ್ಲಿಯೂ ಬಹಳವಾಗಿ ಉಪಯೋಗಿಸುವುದರಿಂದ, ಆಯಾ ಕೆಲಸಕ್ಕೆ ಅನುಕೂಲವಾಗುವಂತೆ ಎಷ್ಟೋ ತರದ ನಳಿಗೆಗಳನ್ನು ತಯಾರಿಸಿರುವರು. ಇವುಗಳನ್ನು ಇನ್ನಷ್ಟು ಸುಧಾರಿಸುವುದಕ್ಕೆ ಅಮೇರಿಕದ ಜನರಲ್ ಇಲೆಕ್ಟ್ರಿಕ್ ಎಕ್ಸ್‌ರೇ ಕೋರ್ಪೋರೇಶನಿನ ಪರಿ ಶೋಧನಾಲಯದಲ್ಲಿ ಈಗಲೂ ಪ್ರವೀಣ ವೈಜ್ಞಾನಿಕರು ಶೋಧನೆ ಮಾಡಿಕೊಂಡಿದ್ದಾರೆ.

ಎಕ್ಸ್‌ರೇ ನಳಿಗೆಗೆ ಸಾಧಾರಣ 10000 ವೋಲ್ಟಿನಿಂದ 800,000 ವೋಲ್ಟಿನವರೆಗೆ ವಿದ್ಯುತ್ತಿನ ಒತ್ತಾಟದ ಆವಶ್ಯಕವಿದೆ. ಇಷ್ಟೊಂದು ಒತ್ತಾಟವನ್ನು ಯಾವ ಸಾಧನದಮೂಲಕ ಉಂಟುಮಾಡುವರೆಂದು ಇಲ್ಲಿ ಸಂಕ್ಷೇಪವಾಗಿ ವಿವರಿಸಿದೆ. ಸಾಧಾರಣ ಒಂದು ವಿದ್ಯುದ್ಘಟದಲ್ಲಿ ಒಂದು ವೋಲ್ಟಿನಷ್ಟು ವಿದ್ಯುತ್ತಿನ ಒತ್ತಾಟವಿರುವುದು. ಡೈನೆಮೋ ಗಳಿಂದ 220 ವೋಲ್ಟಿನ ಒತ್ತಾಟವನ್ನು ಉಂಟುಮಾಡಬಹುದು. ಇಷ್ಟೊಂದು ಅಲ್ಪ ವಿದ್ಯುತ್ತಿನ ಒತ್ತಾಟದಿಂದ ಸಾವಿರಾರು ವೋಲ್ಟಿನ ವರೆಗೆ ಏರಿಸುವ ಸಾಧನಕ್ಕೆ ಇಂಡಕ್ಷನ್ ಕಾಯಿಲ್ (Induction Coil) ಎಂದು ಹೆಸರು. ಒಂದು ಲೋಹದ ಸರಿಗೆಯ ಸುರುಳಿಯ ಮೂಲಕ ವಿದ್ಯುತ್ತನ್ನು ಕಳುಹಿಸುವಾಗ ಆ ಕ್ಷಣದಲ್ಲಿಯೇ ಅದನ್ನು ವಿರೋಧಿಸುವುದಕ್ಕೆ ಇದಿರುಕಡೆಯಿಂದ ಹರಿಯುವಂತಹ ವಿದ್ಯುತ್ತು ಸರಿಗೆಯಲ್ಲಿ ಉತ್ಪನ್ನವಾಗುವುದು. ಇದಕ್ಕೆ ಸ್ವಯಂ ವಿದ್ಯುತ್ ಉತ್ಪಾದನ (Self Induction) ಎಂದು ಹೆಸರು. ವಿದ್ಯುತ್ಪ್ರವಾಹವನ್ನು ಆ ಸುರುಳಿಯಿಂದ ಕಡಿಯುವಾಗಲೂ ಇದೇ ರೀತಿಯಲ್ಲಿ ವಿದ್ಯುತ್ತು ಉಂಟಾಗುವುದು. ಇಂತಹ ಒಂದು ಸರಿಗೆಯ ಸುರುಳಿಯ ಸುತ್ತಲೂ ಹೊರಗಿಂದ ಇನ್ನೊಂದುಸುರುಳಿಯನ್ನು ಇದಕ್ಕೆ

ತಾಗದಂತೆ ಇರಿಸಿದರೆ, ಒಳಗಿನ ಸುರುಳಿಯಲ್ಲಿ ವಿದ್ಯುತ್ತನ್ನು ಕಳುಹಿಸುವಾಗ, ಇಲ್ಲವೇ ಕಡಿಯುವ ಕ್ಷಣಮಾತ್ರ, ಹೊರಗಿನ ಸುರುಳಿಯಲ್ಲಿ ಬೇರೆಯೇ ವಿದ್ಯುತ್ತು ಹುಟ್ಟುವುದು. ಹೀಗಾಗುವುದಕ್ಕೆ ಪರಸ್ಪರ ವಿದ್ಯುತ್ಪ್ರೇರಣೆ (Mutual Induction) ಎಂದು ಹೆಸರು. ಒಳಗಿನ ಸುರುಳಿಯನ್ನು ಪ್ರಧಾನ ಸುರುಳಿ (Primary) ಯೆಂದೂ ಹೊರಗಿನದನ್ನು ದ್ವಿತೀಯಸುರುಳಿ (Secondary) ಯೆಂದೂ ಕರೆಯುವರು.

ಇಂಡಕ್ಷನ್ ಕಾಯಿಲ್ ಎಂಬ ಸಾಧನವು ಮೇಲೆ ವಿವರಿಸಿದ ಪರಸ್ಪರ ವಿದ್ಯುತ್ಪ್ರೇರಣೆಯ ತತ್ವದಮೇಲೆ ಹೊಂದಿಕೊಂಡಿದೆ. ಈ ಸಾಧನದ ಪ್ರಧಾನ ಸುರುಳಿಯಲ್ಲಿ ಕೆಲವೇ ಸುತ್ತುಗಳಿವೆ. ಹೊರಗಿನ ಸುರುಳಿಯಲ್ಲಿಮಾತ್ರ ಸಾವಿರಾರು ಸುತ್ತುಗಳಿರುವುದರಿಂದ, ಪ್ರತಿಯೊಂದು ಸುತ್ತಿನಲ್ಲಿಯೂ ವಿದ್ಯುತ್ತುಂಟಾಗಿ, ಅವುಗಳೆಲ್ಲಾ ಒಟ್ಟು ಸೇರುವಾಗ, ಹೆಚ್ಚು ವೋಲ್ಟಿನ ವಿದ್ಯುತ್ಪ್ರಸಾರವುಂಟಾಗುವುದು. ಈ ಸಾಧನದ ಎಲ್ಲಾ ತಂತಿಗಳೂ ವಿದ್ಯುದ್ವಿರೋಧಕ (Insulators) ವಸ್ತುಗಳಿಂದ ಮುಚ್ಚಲ್ಪಡುವುವು. ಆದುದರಿಂದ ಸರಿಗೆಯು ಒಂದಕ್ಕೊಂದು ತಗುಲಿದರೂ ಬಾಧಕವಿಲ್ಲ. ಒಳಗಿನ ಸುರುಳಿಗೂ ಒಳಗಿರುವ ಪ್ರದೇಶದಲ್ಲಿ, ಮೃದುವಾದ ಕಬ್ಬಿಣದ ತಗಡುಗಳನ್ನೇ ಜೋಡಿಸಿ ಮಾಡಿದ ಕೊರಡನ್ನು ಇರಿಸುವರು. ಸೂಕ್ಷ್ಮವಾದ ತಂತಿಯನ್ನು ಹಲವುಬಾರಿ ಸುತ್ತಿ ಹೊರಗಿನ ಸುರುಳಿಯನ್ನು ತಯಾರಿಸುತ್ತಾರೆ. ಆದರಲ್ಲಿ ವಿದ್ಯುತ್ತಿನ ಉತ್ಪತ್ತಿಯು ಪ್ರಧಾನ ಸುರುಳಿಯಲ್ಲಿ ವಿದ್ಯುತ್ತನ್ನು ಕೂಡಿಸುವಾಗ ಮತ್ತು ಕಡಿಯುವಾಗ ಮಾತ್ರವೇ. ಆದುದರಿಂದ ಆದಷ್ಟುಸಲ ವಿದ್ಯುತ್ಪ್ರವಾಹವನ್ನು ಕೂಡಿಸುವ ಮತ್ತು ಕಡಿಯುವ ಏರ್ಪಾಡು ಈ ಸಾಧನದಲ್ಲಿರಬೇಕು.

ಈಗೀಗ ಎಲ್ಲಾ ಎಕ್ಸ್‌ರೇ ಸಲಕರಣೆಗಳಲ್ಲಿಯೂ ಇಂಡಕ್ಷನ್ ಕಾಯಿಲಿನ ಬದಲಾಗಿ ಪರಿವರ್ತಕ (Transformer) ಗಳನ್ನೇ ವಿಶೇಷವಾಗಿ ಉಪಯೋಗಿಸುವರು. ಇಂಡಕ್ಷನ್ ಕಾಯಿಲಿನಂತೆ ಇದರಲ್ಲಿಯೂ ಎರಡು ಸರಿಗೆಗಳನ್ನು ಒಂದು ಕಬ್ಬಿಣದ ಉಂಗುರಕ್ಕೆ ಬೇರೆ

ಬೇರೆಯಾಗಿ ಸುತ್ತುತ್ತಾರೆ. ಇವುಗಳಲ್ಲಿ ಒಂದು ಸರಿಗೆಯಲ್ಲಿ ಕೆಲವೇ ಸುತ್ತುಗಳಿವೆ. ಇನ್ನೊಂದು ಸುರುಳಿಯಲ್ಲಿ ಅನೇಕ ಸುತ್ತುಗಳಿವೆ. ಚಿಕ್ಕ ಸುರುಳಿಯಮೂಲಕ ವಿದ್ಯುತ್ತಿನ ಆವರ್ತಕ (alternating current) ಪ್ರವಾಹವನ್ನು ಕಳುಹಿಸಬೇಕು. ಇದರಿಂದಾಗಿ ದೊಡ್ಡ ಸುರುಳಿಯಲ್ಲಿ ವಿದ್ಯುತ್ತುಂಟಾಗುವುದು. ಆದರೆ ಇದೂ ಆವರ್ತಕವಾಗಿರುವುದರಿಂದ, ನೇರ ಇದನ್ನೇ ಎಕ್ಸ್‌ರೇ ಬಲ್ಬಿಗೆ ಜೋಡಿಸಲಿಕ್ಕಾಗುವುದಿಲ್ಲ. ಇದನ್ನು ಕೆನೆಟ್ರೋನ್ ಎಂಬ ನಳಿಗೆಗಳ ಸಹಾಯದಿಂದ ಸುಲಭವಾಗಿ ಏಕಮುಖಪ್ರವಾಹವನ್ನಾಗಿ ಮಾರ್ಪಡಿಸಬಹುದು. ಸಾಧಾರಣ 4,00,000 ವಿದ್ಯುತ್ತಿನ ಒತ್ತಾಟವನ್ನುಂಟುಮಾಡುವ ಪರಿವರ್ತಕದ ದೊಡ್ಡ ಸುರುಳಿಯಲ್ಲ ಸುಮಾರು 90 ಮೈಲು ಉದ್ದದ ಸರಿಗೆಯಿರುವುದು.

---

೪. ಎಕ್ಸ್‌ರೇಯಿಂದ ರೋಗಪರೀಕ್ಷೆ.

ರೋಂಟ್ಜನನು ಮೊದಲನೆಯದಿನವೇ ತನ್ನ ಕೈಯ್ಯೆಲುಬಿನ ನೆರಳನ್ನು ಪರದೆಯಮೇಲೆ ಕಂಡಾಗ, ಎಕ್ಸ್‌ರೇಯಿಂದ ಜನರಿಗೆ ಬಹಳ ಉಪಕಾರವಾಗುವುದೆಂದು ತಿಳಿದನು. ಯುದ್ಧಕಾಲದಲ್ಲಿ ಸಿಪಾಯಿಗಳ ದೇಹದೊಳಗೆ ನಾಟಿಕೊಂಡ ಗುಂಡುಗಳ ಸ್ಥಾನವನ್ನು ಗುರುತಿಸಲು ಎಕ್ಸ್‌ರೇಯು ಬಹಳ ಅನುಕೂಲವಾಗುವುದೆಂದು ಇಂಗ್ಲೆಂಡಿನ ಯುದ್ಧಮಂತ್ರಿಯೂ ಹೇಳಿದನು. ರೋಂಟ್ಜನನು ತನ್ನ ನೂತನಶೋಧನೆಯ ವಿಷಯವಾಗಿ ಮೊತ್ತಮೊದಲು ಒಂದು ವೈದ್ಯಕೀಯ ಮಾಸಪತ್ರಿಕೆಗೂ ಬರೆದಿದ್ದನು. ಈತನು ಕಂಡುಹಿಡಿದ ನೂತನ ಕಿರಣಗಳು ಮನುಷ್ಯನ ರೋಗರುಜೆಗಳನ್ನು ನಿವಾರಿಸುವುದಕ್ಕೆ ಎಷ್ಟೊಂದು ಉಪಯುಕ್ತವಾಗಿವೆಯೆಂಬುದನ್ನು ನೀವು ಮುಂದೆ ಓದಬಹುದು.

ಎಕ್ಸ್‌ರೇಯು ಚರ್ಮ, ಮಾಂಸ ಮತ್ತು ನರಗಳನ್ನು ಸುಲಭವಾಗಿ ಹಾದುಹೋಗುವುದು. ಆದರೆ ಎಲುಬಿನಲ್ಲಿ ಕಾಲ್ಸಿಯಮ್ (Calcium) ಎಂಬ ಧಾತುವು ಸೇರಿರುವುದರಿಂದ, ಅದನ್ನು ಎಕ್ಸ್‌ರೇಯು ಅಷ್ಟು ಸುಲಭವಾಗಿ ಹಾದುಹೋಗಲಾರದು. ಆದುದರಿಂದ ಎಕ್ಸ್‌ರೇ ನಳಿಗೆಗೂ, ಫೋಟೋಪ್ಲೇಟಿಗೂ ನಡುವೆ ನಮ್ಮ ಹಸ್ತವನ್ನಿಟ್ಟರೆ, ಒಳಗಿರುವ ಎಲುಬಿನ ನೆರಳುಮಾತ್ರ ಚಿತ್ರದಮೇಲೆ ಸ್ಪಷ್ಟವಾಗಿ ಬೀಳುವುದು. ಅಲ್ಲದೆ ಒಂದೊಂದು ವಸ್ತುವು ಒಂದೊಂದುತರದ ಸಾಂದ್ರತೆಯುಳ್ಳ ನೆರಳನ್ನು ಕೊಡುವುದರಿಂದ, ಎಕ್ಸ್‌ರೇ ಚಿತ್ರವನ್ನು ನೋಡಿ, ಅದರಲ್ಲಿ ಬೇರೆಬೇರೆ ಅವಯವಗಳನ್ನೂ ಗುರುತಿಸಬಹುದು. ಇದೊಂದು ಗುಣದಿಂದಲೇ ಎಕ್ಸ್‌ರೇಯು ಪರೀಕ್ಷಾಭಾಗದಲ್ಲಿ ಬಹಳ ಪ್ರಯೋಜನಕಾರಿಯಾಗಿದೆ.

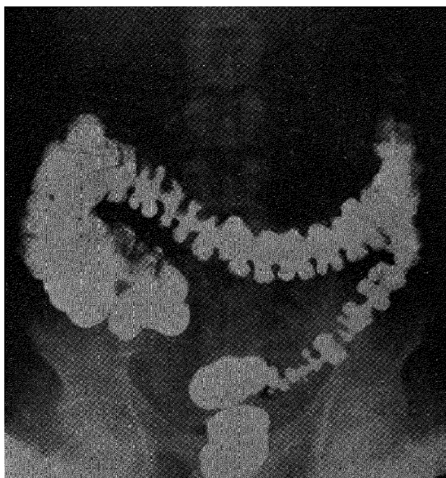
ದೇಹದ ಯಾವಭಾಗದಲ್ಲಿಯಾದರೂ ಅನ್ಯವಸ್ತುಗಳು ಸೇರಿಕೊಂಡಿದ್ದರೆ, ಅವುಗಳ ಸ್ಥಾನವನ್ನು ಎಕ್ಸ್‌ರೇ ಚಿತ್ರದ ಸಹಾಯದಿಂದ

ಕಂಡುಹಿಡಿಯಬಹುದು. ಒಂದು ಗುಂಡು ದೇಹದೊಳಗೆ ಹೊಕ್ಕು ಹೋಗಿದ್ದರೆ, ಅದನ್ನು ಹೊರಕ್ಕೆ ತೆಗೆಯುವಾಗ, ಅದು ಎಲ್ಲಿರುವುದು, ದೇಹದ ಯಾವಯಾವ ಭಾಗವನ್ನು ರಂಧ್ರಮಾಡಿಕೊಂಡು ಹೋಗಿರುವುದು—ಎಂಬಿವುಗಳನ್ನೆಲ್ಲ ತಿಳಿಯುವುದಕ್ಕೆ ಆ ಅವಯವದ ಎಕ್ಸ್‌ರೇ ಚಿತ್ರವನ್ನು ತೆಗೆಯಬೇಕು. ಈ ಅವಯವದ ಚಿತ್ರವನ್ನು ಮೂರು ನಾಲ್ಕು ಕಡೆಗಳಿಂದ ತೆಗೆದು ನೋಡಿದರೆ, ಅದು ಎಷ್ಟು ಆಳದಲ್ಲಿ ಅಡಗಿದೆಯೆಂದೂ ತಿಳಿಯುವುದು. ಇಷ್ಟು ತಿಳಿದಮೇಲೆ, ಬೇಕಾದ ಕಡೆಯಲ್ಲಿಯೇ ಶಸ್ತ್ರಪ್ರಯೋಗಮಾಡಿ ಈ ಅನ್ಯಪದಾರ್ಥವನ್ನು ಸುಲಭವಾಗಿ ಹೊರಕ್ಕೆ ತೆಗೆಯಬಹುದು. 1914 ರಲ್ಲಿ ನಡೆದ ಮಹಾಯುದ್ಧದಲ್ಲಿ ಈ ನೂತನಕಿರಣಗಳಿಂದ ಇದೇರೀತಿಯಲ್ಲಿ ಎಷ್ಟೊಂದು ಸಹಾಯವಾಯಿತೆಂದು ಹೇಳಿ ಮುಗಿಸಲು ಸಾಧ್ಯವೇ ಇಲ್ಲ.

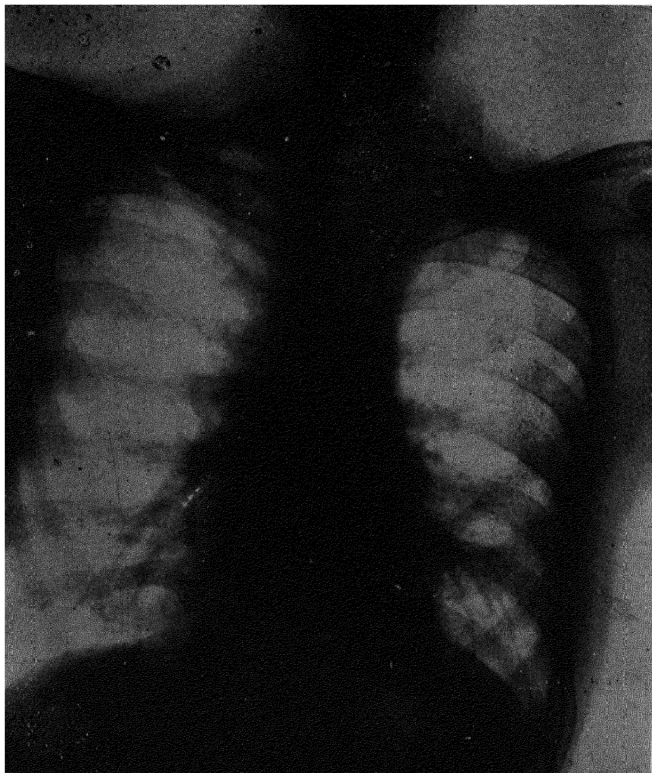
ಎಷ್ಟೋ ಆಕಸ್ಮಿಕ ಅಪಾಯಗಳಲ್ಲಿ ಮನುಷ್ಯನ ಅಥವಾ ಪ್ರಾಣಿಗಳ ಎಲುಬು ತುಂಡಾಗುವುದುಂಟು. ಅದು ಎಲ್ಲಿ ತುಂಡಾಗಿದೆ, ಮತ್ತು ಬಿರುಕಿನ ಸ್ಥಿತಿಯು ಹೇಗಿದೆ, ಎಂಬುದನ್ನು ಹೊರಗಿನಿಂದಲೇ ಪರೀಕ್ಷಿಸುವುದಕ್ಕೆ ಮೊದಲು ಸಾಧ್ಯವಾಗುತ್ತಿರಲಿಲ್ಲ. ಆದರೆ ಈಗ ಈ ಸಂಗತಿಗಳನ್ನು ಎಕ್ಸ್‌ರೇಯ ಸಹಾಯದಿಂದ ಸುಲಭವಾಗಿ ತಿಳಿದುಕೊಳ್ಳಬಹುದು. ಎಲುಬು ತುಂಡಾದ ಸ್ಥಳದಲ್ಲಿ ಅದರ ಬಿರುಕಿನ ಮೂಲಕ ಎಕ್ಸ್‌ರೇಯು ಹಾದುಹೋಗುವುದರಿಂದ, ಚಿತ್ರದಲ್ಲಿ ಅದರ ನೆರಳು ತೋರುವುದಿಲ್ಲ. ಆ ಸ್ಥಳದಲ್ಲಿ ಒಂದು ಬಿಳೀಗೆರೆಯು ತೋರುವುದು. ಕೆಲವರ ದೇಹದೊಳಗೆ ಯಾವುದಾದರೊಂದು ಭಾಗದ ಎಲುಬು ತನ್ನಷ್ಟಕ್ಕೆ ಬಾತುಹೋಗಿ ದೊಡ್ಡದಾಗುವುದುಂಟು. ಇನ್ನು ಕೆಲವರ ಎಲುಬಿಗೆ ಕ್ಷಯಹಿಡಿದು, ಕುಟ್ಟೆಹಿಡಿದ ಮರದಂತೆ ಅದು ದುರ್ಬಲವಾಗುವುದುಂಟು. ಕಾಲ್ಸಿಯಮ್ ಎಂಬ ಧಾತುವನ್ನು ನಾವು ಆಹಾರದಲ್ಲಿ ತಕ್ಕಷ್ಟು ಪ್ರಮಾಣಕ್ಕೆ ತೆಗೆದುಕೊಳ್ಳದಿದ್ದರೆ, ಎಲುಬು ದೃಢವಾಗಿ ಬೆಳೆಯದೆ, ದೇಹದ ಭಾರಕ್ಕೆ ಕೆಲವುವೇಳೆ ಅದು ಬಗ್ಗಿಹೋಗುವುದೂ ಉಂಟು. ಮಾದಕಪದಾ



ತಲೆ ಮತ್ತು ಮುಖದ ಎಕ್ಸ್‌ರೇ ಚಿತ್ರ.



ಕರುಳಿನ ಎಕ್ಸ್‌ರೇ ಚಿತ್ರ.



By courtesy of 'The Antiseptic'

ಎದೆಯ ಎಕ್ಸ್‌ರೇ ಚಿತ್ರ.

ರ್ಥಗಳನ್ನು ಹೆಚ್ಚಾಗಿ ಸೇವಿಸುವವರ ಎಲುಬು ಬೇರೆ ಸ್ಥಿತಿಯನ್ನು ಹೊಂದುವುದು. ಅಸ್ಥಿಪಂಜರದ ಈ ಎಲ್ಲಾ ನ್ಯೂನತೆಗಳನ್ನೂ ಎಕ್ಸ್‌ರೇ ಚಿತ್ರದಮೂಲಕ ಕಂಡುಹಿಡಿಯಬಹುದು.

ಮೂತ್ರಪಿಂಡದಲ್ಲಿಯೂ, ಪಿತ್ತಕೋಶದಲ್ಲಿಯೂ ಕೆಲವರಿಗೆ ಒಂದು ತರದ ಗಟ್ಟಿಪದಾರ್ಥವು ಉಂಟಾಗುವುದು. ಇದರ ಸ್ಥಿತಿ, ಪರಿಮಾಣ, ಮೊದಲಾದ ವಿಷಯಗಳನ್ನು ಹೊರಗಿನಿಂದಲೇ ಎಕ್ಸ್‌ರೇಯಮೂಲಕ ತಿಳಿಯಬಹುದು. ಎದೆಯ ಚಿತ್ರವನ್ನು ತೆಗೆದರೆ, ಹೃದಯದ ಹೊರಗಿನ ರೇಖೆ, ಹೊಟ್ಟೆಗೂ, ಎದೆಗೂ ನಡುವೆ ಇರುವ ಪರೆ, ಇವುಗಳೆಲ್ಲವನ್ನೂ ಅದರಲ್ಲಿ ಕಾಣಬಹುದು. ಶ್ವಾಸಕೋಶಗಳಲ್ಲಿ ತುಂಬ ಗಾಳಿಯ ಚೀಲಗಳಿವೆ. ಚೆನ್ನಾಗಿ ಶ್ವಾಸವನ್ನು ಒಳಕ್ಕೆಳೆದುಕೊಂಡು, ಈ ಚೀಲಗಳು ಗಾಳಿಯಿಂದ ತುಂಬಿದಮೇಲೆ ಫೋಟೋವನ್ನು ತೆಗೆದರೆ, ಅದರಿಂದ ಶ್ವಾಸಕೋಶಗಳನ್ನೂ, ಅವುಗಳೊಳಗಿರುವ ಚೀಲಗಳ ಗುಣದೋಷಗಳನ್ನೂ ಪರೀಕ್ಷಿಸಬಹುದು. ಇದರಿಂದ ಕ್ಷಯರೋಗದ ಕುರುಹುಗಳನ್ನು ಸುಲಭವಾಗಿ ಕಂಡುಹಿಡಿಯಬಹುದು. ಈ ರೋಗವನ್ನು ಅದರ ಪ್ರಾರಂಭದಲ್ಲಿಯೇ ಕಂಡುಹಿಡಿದರೆ, ಅದಕ್ಕೆ ತಕ್ಕ ಔಷಧಿ, ಉಪಶಮನ, ಒಳ್ಳೆಯ ಗಾಳಿ, ಬೆಳಕು ಮೊದಲಾದುವುಗಳನ್ನು ಒದಗಿಸಿಕೊಟ್ಟು, ನಿವಾರಿಸಬಹುದು. ಆದರೆ ಪ್ರಾಯಕವಾಗಿ ಈ ರೋಗವು ಪ್ರಬಲವಾದನಂತರವೇ ತಿಳಿಯುವುದರಿಂದ, ಒಂದು ವರ್ಷಕ್ಕೆ ಲಕ್ಷಗಟ್ಟಳೆಯಲ್ಲಿ ಜನರು ಈ ರೋಗಕ್ಕೆ ತುತ್ತಾಗಿ ಬಲಿಬೀಳುವರು. ಎಕ್ಸ್‌ರೇಯ ಸಹಾಯದಿಂದ ಈ ರೋಗವನ್ನು ಮೊತ್ತಮೊದಲೇ ಕಂಡುಹಿಡಿದು, ಗುಣಪಡಿಸಿಕೊಳ್ಳಬಹುದು.

ಎಷ್ಟೋಜನರ ಹಲ್ಲು ಹುಳುಹಿಡಿದು, ರಂಧ್ರಬಿದ್ದು, ಅದರ ಬೇರಿನವರೆಗೆ ಹಾಳಾಗುವುದುಂಟು. ಆಗ ರೋಗಿಗೆ ತಾಳಲಾರದಷ್ಟು ನೋವುಂಟಾಗುವುದು. ಹಲ್ಲು ಎಷ್ಟರಮಟ್ಟಿಗೆ ಕೆಟ್ಟುಹೋಗಿರುವುದು, ಆ ಹಲ್ಲನ್ನೇ ತೆಗೆದುಬಿಡಬೇಕೋ, ಅಥವಾ ರಂಧ್ರಗಳನ್ನು ಮುಚ್ಚಿದರೆ ಸಾಕೋ, ಎಂಬುದನ್ನು ನಿಶ್ಚೈಸುವುದಕ್ಕೆ ವೈದ್ಯರು ಹಲ್ಲುಗಳ ಎಕ್ಸ್‌ರೇ

ಚಿತ್ರವನ್ನು ತೆಗೆಯುತ್ತಾರೆ. ಇದಕ್ಕೆ ಬೇಕಾದ ಚಿಕ್ಕಚಿಕ್ಕ ಎಕ್ಸ್‌ರೇ ನಳಿಗೆಗಳೂ, ಫೋಟೋ ಫಿಲ್ಮುಗಳೂ ಸಿಕ್ಕುವುವು. ಈಗಿನ ಎಲ್ಲಾ ದಂತವೈದ್ಯರಿಗೆ ಎಕ್ಸ್‌ರೇ ಸಾಮುಗ್ರಿಗಳು ಅವಶ್ಯವಾಗಿರುವುವು.

ಹೀಗೆ ದೇಹದ ಒಳಭಾಗವನ್ನು ಪರೀಕ್ಷಿಸಬೇಕಾದರೆ, ನೆರಳನ್ನು ಕೊಡುವಂತಹ, ಎಕ್ಸ್‌ರೇಗಳಿಗೆ ಪಾರದರ್ಶಕಗಳಲ್ಲದ ವಸ್ತುಗಳಿರ ಬೇಕು. ಒಂದು ಅವಯುವದ ಎಲ್ಲಾ ಭಾಗಗಳೂ ಎಕ್ಸ್‌ರೇಗೆ ಪಾರ ದರ್ಶಕಗಳಾಗಿದ್ದರೆ, ಯಾವುದರ ವಿವರವೂ ತಿಳಿಯಲಾರದು. ನಮ್ಮ ಹೊಟ್ಟೆಯಲ್ಲಿ ಎಲುಬು ಅಥವಾ ಯಾವ ಗಟ್ಟಿ ವಸ್ತುವೂ ಇರುವುದಿಲ್ಲ. ಆದುದರಿಂದ ಹೊಟ್ಟೆಯು ಮತ್ತು ಕರುಳಿನ ಚಿತ್ರವನ್ನು ತೆಗೆಯುವುದು ಬಹಳ ಕಷ್ಟ. ಈ ಕಷ್ಟವನ್ನೂ ಈಗ ಸುಲಭವಾಗಿ ನಿವಾರಿಸುವರು. ಬೇರಿಯಂ ಸಲ್ಫೇಟ್ (Barium Sulphate) ಎಂಬ ಮಿಶ್ರಣವನ್ನು ನೀರಿನಲ್ಲಿ ಕಲಸಿ ರೋಗಿಗೆ ಕುಡಿಸುವರು. ಇದು ಹೊಟ್ಟೆಗೆ ಸೇರಿ, ಕ್ರಮೇಣ ಕರುಳನ್ನು ತುಂಬುವುದು. ಈ ಮಿಶ್ರವಸ್ತುವು ಜೀರ್ಣವೂ ಆಗದೆ, ದೇಹದ ಯಾವುದೊಂದು ಭಾಗವನ್ನೂ ಸೇರಿಕೊಳ್ಳದೆ, ಹಾಗೆ ಯೇ ವಿಸರ್ಜನೆಗೊಳ್ಳುವುದು. ಈ ಮಿಶ್ರಣವು ಎಲುಬಿನಂತೆಯೇ ಎಕ್ಸ್‌ರೇಗೆ ಪಾರದರ್ಶಕವಲ್ಲ. ಇದನ್ನು ರೋಗಿಗೆ ಕುಡಿಸಿ, ಪ್ರತಿಯೊಂದು ಗಂಟೆಗೆ ಒಂದೊಂದು ಚಿತ್ರವನ್ನು ತೆಗೆದರೆ, ಅದುಹೋಗಿ ಸೇರಿದ ಕರು ಳಿನ ಭಾಗದ ಚಿತ್ರವು ಸ್ಪಷ್ಟವಾಗುವುದು. ಇಂಥಾ ಕೆಲವು ಚಿತ್ರಗಳ ಸಹಾಯದಿಂದ ಕರುಳಿನ ಸಂಪೂರ್ಣಸ್ಥಿತಿಯನ್ನು ತಿಳಿದುಕೊಳ್ಳ ಬಹುದು. ಮೇಲೆ ಹೇಳಿದ ಮಿಶ್ರಣವು ಗಂಟಲಿನಮೂಲಕ ಇಳಿದುಹೋ ಗುವಾಗ, ಅದರ ಚಿತ್ರವನ್ನು ತೆಗೆದರೆ, ಗಂಟಲಿನ ಮತ್ತು ಆಹಾರನಾಳದ ಸ್ಥಿತಿಗತಿಗಳು ತಿಳಿಯುವುವು. ಕೆಲವರ ಕರುಳಿನ ಒಳಭಾಗದಲ್ಲಿ ಹುಣ್ಣಾಗಿ, ಜೀರ್ಣಶಕ್ತಿಯು ಕಡಿಮೆಯಾಗುವುದು; ಮಾತ್ರವಲ್ಲದೆ ಆ ಭಾಗದ ಕರುಳು ಕೊಳೆತು ಕಿತ್ತುಹೋಗುವುದೂ ಉಂಟು. ಮೇಲೆ ವಿವರಿಸಿದ ಕ್ರಮದಲ್ಲಿ ಆ ಕರುಳಿನ ಭಾಗವನ್ನು ಪರೀಕ್ಷಿಸಿ, ಶಸ್ತ್ರಗಳಿಂದ ಕೊಳೆತ ಭಾಗವನ್ನು ಕತ್ತರಿಸಿ ತೆಗೆದು, ಉಳಿದ ಭಾಗಗಳನ್ನು ಹೊಲಿದು ಬಿಡುವರು. ಈಗೀಗ ವೈದ್ಯರು ಯಾವುದೊಂದು ಶಸ್ತ್ರಪ್ರಯೋಗ

ಮಾಡುವುದಕ್ಕೂ ಮೊದಲು, ಆ ಜಾಗದ ಎಕ್ಸ್‌ರೇ ಫೋಟೋವನ್ನು ತೆಗೆಯಿಸಿ ನೋಡುವರು.

ಮನುಷ್ಯನ ರಕ್ತನಾಳಗಳೊಳಗೆ ಎಕ್ಸ್‌ರೇಗೆ ಪಾರದರ್ಶಕವಲ್ಲದ ಒಂದುತರದ ರಸಾಯನದ ಇಂಜೆಕ್ಷನ್ ಕೊಡುವುದರಿಂದ, ಅದು ಹರಿಯುವ ಸ್ಥಳದ ಚಿತ್ರವನ್ನು ತೆಗೆಯಲು ಸಾಧ್ಯವಾಗುವುದು. ಈ ರೀತಿಯಲ್ಲಿಯೇ ಪಿತ್ತಕೋಶದ ಚಿತ್ರವನ್ನು ಮೊದಲು ತೆಗೆದರು. ಮಗುವು ತಾಯಿಯ ಗರ್ಭದಲ್ಲಿರುವಾಗಲೇ, ಅದು ಗಂಡೋ, ಹೆಣ್ಣೋ ಎಂಬುದನ್ನು ಎಕ್ಸ್‌ರೇಯ ಸಹಾಯದಿಂದ ಮುಂದಾಗಿ ನಿಶ್ಚೈಸಿಕೊಳ್ಳಬಹುದು. ಸ್ತ್ರೀಯರ ಗರ್ಭದಲ್ಲಿ ಒಂದೇಮಗುವಿರುವುದೋ, ಅಥವಾ ಅವಳಿಮಕ್ಕಳು ಇರುವುವೋ ಎಂಬುದನ್ನೂ ಮೊದಲೇ ಕಂಡುಹಿಡಿಯಬಹುದು. ಗರ್ಭದಲ್ಲಿ ಅವಳಿಮಕ್ಕಳಿದ್ದರೆ ಪ್ರಸವಕಾಲದಲ್ಲಿ ಅದಕ್ಕೆ ಬೇಕಾದ ಜಾಗ್ರತೆಯನ್ನು ಮುಂಚೆಯೇ ತೆಗೆದುಕೊಳ್ಳಲು ಅನುಕೂಲವಾಗುವುದು. ಗರ್ಭಿಣಿಯರ ಗರ್ಭದಲ್ಲಿದ್ದ ಶಿಶುವಿನ ಬೆಳೆವಣಿಗೆಯನ್ನು ಕಂಡು, ಆ ಗರ್ಭಕ್ಕೆ ಎಷ್ಟು ತಿಂಗಳಾಗಿರುವುದೆಂದೂ ತಿಳಿಯಬಹುದು. ಮಾತ್ರವಲ್ಲದೆ, ದಿವಸಹೋದಂತೆ ಗರ್ಭವು ಯಾವ ಯಾವ ಸ್ಥಿತಿಯನ್ನು ಹೊಂದಿ, ಹೇಗೆ ಬೆಳೆಯುವುದೆಂದೂ ತಿಳಿಯಬಹುದು.

ಬರಹವನ್ನು ತಿಳಿಯದವರು ತಮ್ಮ ಹೆಬ್ಬೆರಳಿನ ಗುರುತನ್ನು ಅವಶ್ಯವಿದ್ದಲ್ಲಿ ಹಾಕುವುದುಂಟು. ಅದರ ಬದಲಿಗೆ ಹೆಬ್ಬೆರಳನ್ನು ರೆಡ್‌ಲೆಡ್ ಎಂಬ ಸೀಸದ ಒಂದು ಮಿಶ್ರಣವನ್ನು ಸವರಿದ ತಗಡಿಗೆ ಒತ್ತಿ, ಆ ಬೆರಳಿನ ಎಕ್ಸ್‌ರೇ ಫೋಟೋವನ್ನು ತೆಗೆದರೆ, ಆಗ ಬೆರಳಿನ ರೇಖೆಗಳು ತೋರುವುವು. ಮಾತ್ರವಲ್ಲದೆ, ಅದರೊಳಗಿರುವ ಎಲುಬಿನ ಆಕಾರವೂ ಕಾಣುವುದರಿಂದ, ಇದೊಂದು ಹೆಚ್ಚಿನ ದಾಖಲೆಯಾಗುವುದು. ಹಿಂದೆ ಒಂದು ಆನೆಯು ಬಹಳ ಮೌಲ್ಯವುಳ್ಳ ಒಂದು ಉಂಗುರವನ್ನು ನುಂಗಿಬಿಟ್ಟಿತು. ಅದರ ಹೊಟ್ಟೆಯು ಬಹಳ ವಿಶಾಲವಾಗಿರುವುದರಿಂದ, ಉಂಗುರವು ಶರೀರದ ಯಾವ ಮೂಲೆಯಲ್ಲಿದೆ

ಯೆಂದು ತಿಳಿಯದೆ, ಶಸ್ತ್ರಪ್ರಯೋಗಮಾಡಿ ತೆಗೆಯಲು ಅಸಾಧ್ಯವಾಯಿತು. ಆದಕ್ಕಾಗಿ ಆದರಹೊಟ್ಟೆಯ ಬೇರೆಬೇರೆ ಭಾಗಗಳ ಎಕ್ಸ್‌ರೇ ಚಿತ್ರವನ್ನು ತೆಗೆದು, ಆ ಉಂಗುರದ ಸ್ಥಾನವನ್ನು ಗೊತ್ತುಹಚ್ಚಿ, ಉಂಗುರವನ್ನು ತೆಗೆದರು.

ಹಾಗೆಯೇ, ಕಣ್ಣಿನೊಳಗೆ ಯಾವುದಾದರೊಂದು ಸೂಕ್ಷ್ಮವಸ್ತು ಸೇರಿಕೊಂಡಿದ್ದರೆ, ಎಕ್ಸ್‌ರೇ ಚಿತ್ರವನ್ನು ಮೂರು ನಾಲ್ಕು ಕಡೆಗಳಿಂದ ತೆಗೆದು, ಆ ವಸ್ತುವು ಕಣ್ಣಿನಲ್ಲಿ ಎಷ್ಟು ಒಳಗಡೆ ಸೇರಿಕೊಂಡಿರುವುದೆಂಬುದನ್ನು ಎಳ್ಳಷ್ಟೂ ತಪ್ಪಿಲ್ಲದೆ ನಿಶ್ಚಯಮಾಡಬಹುದು. ಹೀಗೆ ದೇಹದ ಎಲ್ಲಾ ಭಾಗವನ್ನೂ ಎಕ್ಸ್‌ರೇಯಿಂದ ಪರೀಕ್ಷೆಮಾಡುವುದಕ್ಕೆ ಸಾಧ್ಯವಿದೆ.

ಹೆಚ್ಚಾಗಿ ಎಕ್ಸ್‌ರೇಯ ಉಪಯೋಗವೆಲ್ಲವೂ ಆದನ್ನು ಕಣ್ಣಿಗೆ ಗೋಚರವಾಗುವಂತೆ ಮಾಡುವ ಪರದೆ ಮತ್ತು ಫೋಟೋ ಪ್ಲೇಟುಗಳ ಸಹಾಯದಿಂದಲೇ ಆಗಿರುವುದು. ಇಂತಹ ಚಿತ್ರಗಳು ಸರಿಯಾಗಿ ಬೀಳದಿದ್ದರೆ, ಎಕ್ಸ್‌ರೇಯಿಂದ ಜನರಿಗೆ ಅಷ್ಟೊಂದು ಉಪಯೋಗವಾಗುವುದಿಲ್ಲ. ಮೊದಲು, ಎಕ್ಸ್‌ರೇಯನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿದ ಸಮಯದಲ್ಲಿ, ಎಕ್ಸ್‌ರೇಯ ತೀಕ್ಷ್ಣತೆಯು ಬಹಳ ಅಲ್ಪವಾಗಿದ್ದಿತು. ಅಲ್ಲದೆ ಫೋಟೋ ತೆಗೆಯುವ ಪ್ಲೇಟುಕೂಡ ಅಷ್ಟು ಚುರುಕಾಗಿರಲಿಲ್ಲ. ಆದುದರಿಂದ ಯಾವುದೊಂದು ಎಕ್ಸ್‌ರೇ ಚಿತ್ರವನ್ನು ತೆಗೆಯಬೇಕಾದರೂ, ಸುಮಾರು ಒಂದುಗಂಟೆ ಸಮಯವು ಬೇಕಾಗುತ್ತಿದ್ದಿತು. ಮಾತ್ರವಲ್ಲದೆ, ಚಿತ್ರವೂ ಸ್ಪಷ್ಟವಾಗಿ ಬೀಳುತ್ತಿರಲಿಲ್ಲ. ಕ್ರಮೇಣ ಎಕ್ಸ್‌ರೇಯನ್ನು ಹೆಚ್ಚು ತೀಕ್ಷ್ಣವಾಗುವಂತೆ ಮಾಡಿದ ರೀತಿಯನ್ನು ಈ ಮೊದಲೇ ತಿಳಿಸಿರುವೆವು.

ಫೋಟೋ ತೆಗೆಯುವ ಸಮಯವನ್ನು ಒಂದು ಗಂಟೆಯಿಂದ ಒಂದು ಕ್ಷಣಕ್ಕೆ ತಗ್ಗಿಸಬೇಕಾದರೆ, ಫೋಟೋಪ್ಲೇಟುಗಳು ತೀರ ಸೂಕ್ಷ್ಮಗ್ರಾಹಕವಾಗಿರಬೇಕು. ಇಂತಹ ಪ್ಲೇಟನ್ನು ತಯಾರಿಸುವುದಕ್ಕೆ, ಗಾಜಿನ ಹಲಗೆಯ ಒಂದು ಬದಿಗೆ ಸಿಲ್ವರ್ ಬ್ರೋಮೈಡ್ ಎಂಬು

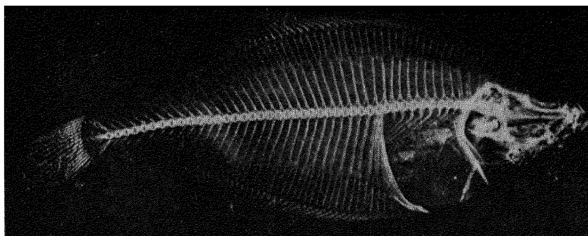
ಮಿಶ್ರಣವನ್ನು, ಅಂಟಾಗಿರುವ ಇನ್ನೊಂದು ವಸ್ತುವಿಗೆ ಬೆರಸಿ ಸವರು ವರು. ಇದನ್ನು ಇನ್ನೂ ಸೂಕ್ಷ್ಮಗ್ರಾಹಕವನ್ನಾಗಿ ಮಾಡುವುದಕ್ಕೆ ಜಿಲೆಟಿನ್ ಎಂಬ ಅಂಟಿನ ಕಣಗಳು ಒಂದೇ ಸಮನಾಗಿರಬೇಕೆಂದು ತಿಳಿದುಬಂದಿತು. ಅಲ್ಲದೆ ಇಂತಹ ಮಿಶ್ರಣ ಅಥವಾ ಪಾಕ (emulsion) ವನ್ನು ಹಲಗೆಯ ಎರಡುಬದಿಗೂ ಒಂದರಮೇಲೊಂದಾಗಿ ಅನೇಕ ಪದರಗಳಾಗಿ ಹಚ್ಚಿದರೆ, ಛಾಯೆಯು ಸಾಂದ್ರವಾಗಿ ಬೀಳುವು ದೆಂದು ಕಂಡುಹಿಡಿದರು. ಪ್ಲೇಟಿಗೆ ಬದಲಾಗಿ ಸೆಲುಲೋಸ್ ನೈಟ್ರೇಟ್ (Cellulose Nitrate) ಎಂಬ ವಸ್ತುವಿನಿಂದ ತಯಾರಿಸಿದ ಫಿಲ್ಮನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸಿದರು. ಇದು ಗಾಜಿನ ಹಲಗೆಯಂತೆ ಗಟ್ಟಿಯಾಗಿಲ್ಲ. ಕಾಗದದಂತೆ ಸುರುಳಿಸುತ್ತುವುದಕ್ಕೆ ಬರುವುದು. ಅಲ್ಲದೆ ಇದು ಗಾಜಿನಂತೆ ಒಡೆದುಹೋಗುವುದೂ ಇಲ್ಲ. ಆದರೆ ಇದು ದಾಹಕವಸ್ತು. ಇದಕ್ಕಾಗಿ ಫಕ್ಕನೆ ಹತ್ತಿಕೊಳ್ಳದ ಸೆಲುಲೋಸ್ ಎಸಿಟೇಟ್ ಎಂಬ ವಸ್ತುವಿನಿಂದ ಈಗ ಫಿಲ್ಮನ್ನು ತಯಾರಿಸುವರು. ಈಸ್ಟ್‌ಮೇನ್ ಕೋಡಕ್ ಫಿಲ್ಮ್ (Eastman Kodak film) ಎಂಬುದು ಈಗ ರೂಢಿಯಲ್ಲಿದೆ. ಅದರಲ್ಲಿ ಫಿಲ್ಮಿನ ಎರಡು ಬದಿಗೂ ಸಿಲ್ವರ್ ಬ್ರೋಮೈಡ್ ಲೇಪವನ್ನು ಸವರಿರುವುದು ಮಾತ್ರವಲ್ಲದೆ, ಅದನ್ನು ಎರಡು ವಿಶೇಷ ತೆರೆಗಳ ಎಡೆಯಲ್ಲಿ ಒತ್ತಿಹಿಡಿದಂತಿರಿಸಿದ್ದಾರೆ. ಈ ತೆರೆಗಳ ಮೇಲೆ ಕೇಲ್ಸಿಯಮ್ ಟಂಗ್‌ಸ್ಟೇಟ್ (Calcium Tungstate) ಎಂಬ ವಸ್ತುವನ್ನು ಸವರಿರುವುದರಿಂದ, ಅದರಮೇಲೆ ಎಕ್ಸ್‌ರೇ ಬಿದ್ದೊಡನೆಯೇ ಅದು ದೃಶ್ಯಕಿರಣವಾಗಿ ಮಾರ್ಪಟ್ಟು, ಫಿಲ್ಮನ್ನು ಎಕ್ಸ್‌ರೇಯಂತೆಯೇ ಮಾರ್ಪಡಿಸುವುದು. ಇಂತಹ ಪರದೆಗಳೂ, (Intensifying screen) ಫಿಲ್ಮಿಗೆ ಸವರಿದ ಲೇಪವೂ, ಫಿಲ್ಮಿನ ಎರಡೂ ಬದಿಗಳಲ್ಲಿ ಪದರಪದರವಾಗಿ ಅಂಟಿರುವುದರಿಂದ, ಎಕ್ಸ್‌ರೇ ಫೋಟೋವನ್ನು ಒಂದು ಕ್ಷಣದ $\frac{1}{100}$ ನೇ ಅಂಶಕಾಲದಲ್ಲಿಯೂ ತೆಗೆಯಬಹುದು.

ಛಾಯೆಯನ್ನು ಬರೀ ಕಣ್ಣಿನಿಂದ ನೋಡಿ ಪರೀಕ್ಷಿಸುವುದಕ್ಕೆ, ಒಂದು ಗಾಜಿನ ಹಲಗೆಯಮೇಲೆ ಬೇರಿಯಂ ಪ್ಲೇಟಿನೋ ಸೈನೈಡ್

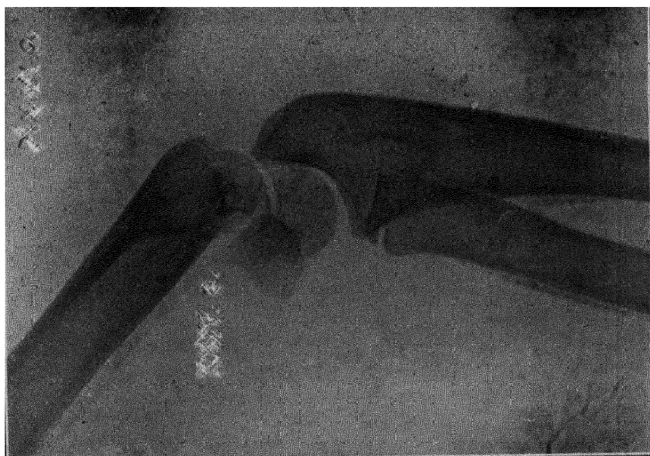
ಎಂಬ ವಸ್ತುವನ್ನು ಸವರಿ ಉಪಯೋಗಿಸುವರು. ಎಕ್ಸ್‌ರೇಯಂತಹ ಅಗೋಚರ ಕಿರಣಗಳು ಆ ಪರದೆಯಮೇಲೆ ಬಿದ್ದೊಡನೆಯೇ, ಗೋಚರವಾಗುವವು. ಮೇಲೆ ಹೇಳಿದ ವಸ್ತುವು ಬಹಳ ಬೆಲೆಯುಳ್ಳದ್ದಾದುದರಿಂದ, ಅದಕ್ಕಿಂತಲೂ ಅಗ್ಗವಾಗಿರುವ ಕೇಲ್ಸಿಯಂ ಟಂಗ್‌ಸ್ಟೆಟ್ ಎಂಬುದನ್ನು ಈಗ ಉಪಯೋಗಿಸುತ್ತಾರೆ. ಇಂತಹ ಪರದೆಯು ಮುಂಚೆ ಹೇಳಿದ ಪರದೆಗಿಂತಲೂ ಆರುಪಾಲು ಸೂಕ್ಷ್ಮಗ್ರಾಹಕವಾಗಿರುವುದು. ಇದರ ಹಿಂದುಗಡೆಗೆ ಸೀಸವನ್ನು ಬೆರೆಸಿ ತಯಾರಿಸಿದ ಗಾಜಿನ ಹಲಗೆಯನ್ನು (Lead glass) ಉಪಯೋಗಿಸುವುದರಿಂದ, ಪರೀಕ್ಷಿಸುವವನಿಗೆ ಎಕ್ಸ್‌ರೇಯ ಬಾಧೆಯಿಂದ ತಕ್ಕಷ್ಟು ರಕ್ಷಣೆಯೂ ದೊರಕುವುದು.

ದೇಹದೊಳಗಿನ ಯಾವುದಾದರೊಂದು ಭಾಗವು ಚಲಿಸುತ್ತಿದ್ದರೆ, ಇಂತಹ ಯಾವತ್ತು ಚಲನೆಯನ್ನೂ ಒಂದೇ ಚಿತ್ರದಿಂದ ನೋಡಿ ತಿಳಿದುಕೊಳ್ಳುವುದಕ್ಕೆ ಸಾಧ್ಯವಿಲ್ಲ. ಅದಕ್ಕೆ ಚಲಚಿತ್ರದಲ್ಲಿ ಮಾಡುವಂತೆ, ಸಾವಿರಾರು ಚಿತ್ರಗಳನ್ನು ಒಂದರಮೇಲೆ ಇನ್ನೊಂದಾಗಿ ತೆಗೆಯುತ್ತಬರಬೇಕು. ಇಂತಹ ಚಿತ್ರಗಳನ್ನು ಕ್ಷಣಕ್ಕೆ ಹದಿನಾರರಂತೆ ಒಂದರಮೇಲೆ ಇನ್ನೊಂದಾಗಿ ಬೀಳುವಂತೆ ಮಾಡಿದರೆ, ನೋಡುವವರಿಗೆ ಅವು ಬೇರೆಬೇರೆ ಚಿತ್ರಗಳೆಂಬ ಭಾವನೆಯೇ ಮರೆತು ಹೋಗುವುದು. ಹೀಗೆ ಎದೆಯ ಬಡಿತವಾಗಲಿ, ಕೈಕಾಲುಗಳು ಅಲ್ಲಾಡುವಾಗ ಒಳಗಿನ ಎಲುಬುಗಳ ಚಲನೆಯಾಗಲಿ, ಆಹಾರದ ಜೀರ್ಣಕ್ರಮವಾಗಲಿ, ತೆರೆಯಮೇಲೆ ಸುಲಭವಾಗಿ ನಮಗೆ ಕಾಣಿಸುವುದು. ಯಾವುದಾದರೊಂದು ಭಾಗವು ತನ್ನ ನಿಯಮಿತ ಕಾರ್ಯವನ್ನು ನಿರ್ವಹಿಸಲಾರದಿದ್ದು, ಅದರಲ್ಲಿ ದೋಷವು ಕಂಡುಬಂದರೆ, ಅದಕ್ಕೆ ಬೇಕಾದ ಚಿಕಿತ್ಸೆಗಳನ್ನು ಆಗಾಗಲೇ ಮಾಡಲು ಅನುಕೂಲವಾಗುವುದು.

ಎಕ್ಸ್‌ರೇಯಿಂದ ಪರೀಕ್ಷಾಭಾಗದಲ್ಲಿ ನಮಗೆ ನಿಜವಾದ ಉಪಯೋಗವು ಸಿಕ್ಕಬೇಕಾದರೆ ಫಿಲ್ಮಿನಮೇಲೆ ವಸ್ತುಗಳ ನೆರಳು ಚೆನ್ನಾಗಿ ಬೀಳಬೇಕು. ಆದರೆ ಯಾವುದಾದರೊಂದು ಪರೀಕ್ಷಿಸುವ ಗಟ್ಟಿ ವಸ್ತುವಿಗೆ ಎಕ್ಸ್‌ರೇಯು ತಗುಲಿದೊಡನೆಯೇ, ಅದು ಎಲ್ಲಾ ದಿಕ್ಕುಗಳಿಗೂ

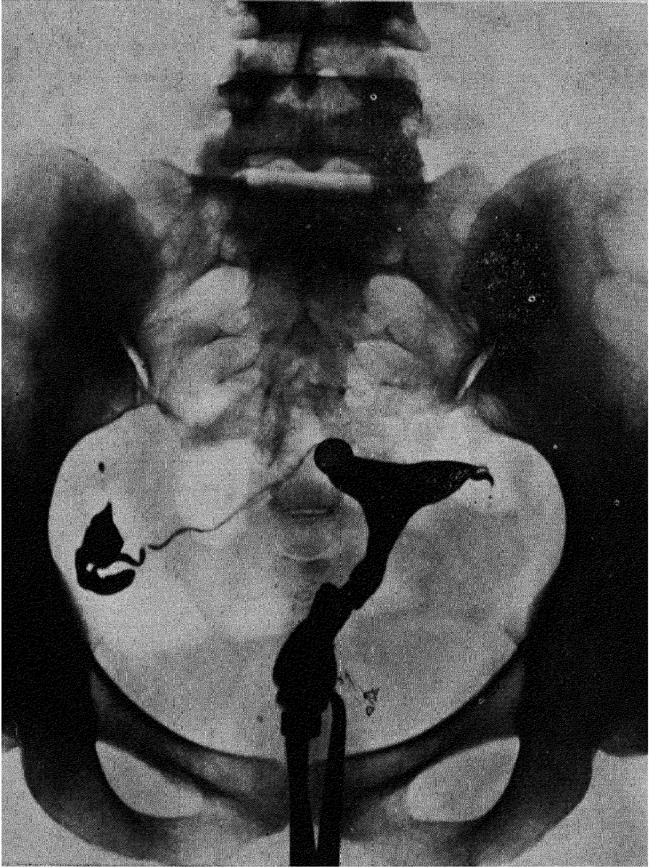


ಮೀನಿನ ಎಕ್ಸ್‌ರೇ ಚಿತ್ರ.



By courtesy of 'The Antiseptic'

ಕೈಯ್ಯೆಲುಬಿನ ಎಕ್ಸ್‌ರೇ ಚಿತ್ರ.



By courtesy of 'The Antiseptic'

ಗರ್ಭಕೋಶದ ಎಕ್ಸ್‌ರೇ ಚಿತ್ರ.

ಚದರಿಹೋಗಿ, ಫಿಲ್ಮಿನ ಎಲ್ಲಾ ಭಾಗವನ್ನೂ ಸಮವಾಗಿ ಮಾರ್ಪಡಿಸಿ, ನೆರಳಿಗೂ ಅದರ ಸುತ್ತಲಿರುವ ಸ್ಥಳಕ್ಕೂ ಇರುವ ವ್ಯತ್ಯಾಸವನ್ನು ಕಡಿಮೆಮಾಡುವುದು. ಆದುದರಿಂದ ನೇರವಾಗಿ ಹಾದುಹೋದ ಕಿರಣಗಳಲ್ಲದೆ, ಚೆದರಿದ ಕಿರಣಗಳು ಫಿಲ್ಮನ್ನು ಹೋಗಿ ಸೇರದಂತೆ ತಡೆಯಬೇಕು. ಇದಕ್ಕಾಗಿ ಬಕ್ಕಿ (Bucky) ಎಂಬಾತನು ಒಂದು ಸಾಧನವನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿದಿರುವನು. ಈ ಸಾಧನದಲ್ಲಿ ಎಕ್ಸ್‌ರೇಯು ವಸ್ತುವನ್ನು ದಾಟಿ ಫಿಲ್ಮನ್ನು ಸೇರುವಮೊದಲು, ಒಂದು ಬಾಗಿದ ಸೀಸದ ಹಣಿಗೆಯಮೂಲಕ ಹಾಯುವುದು. ಹಾಗೆ ಹಾಯುವಾಗ ನೇರವಾದ ಎಕ್ಸ್‌ರೇಗಳುಹೊರತು ಉಳಿದ ಚೆದರಿದ ಕಿರಣಗಳೆಲ್ಲಾ ಹಣಿಗೆಯ ಸೀಸದ ಹಲ್ಲುಗಳಿಂದ ಹೀರಿಕೊಳ್ಳಲ್ಪಡುತ್ತವೆ.

ಹೀಗೆ ತೆಗೆದ ಚಿತ್ರದಲ್ಲಿ ಛಾಯೆಯು ಗೆರೆಗೆರೆಯಾಗಿ ಕಾಣಿಸುವುದು. ಇದನ್ನು ಹೋಗಲಾಡಿಸುವುದಕ್ಕೆ ಈ ಸಾಧನವನ್ನು ಚಲಿಸಿದರೆ, ಇಂತಹ ನೆರಳಿನ ಗೆರೆಗಳು ತೋರುವುದಿಲ್ಲ. ಇದರ ಉಪಯೋಗವನ್ನು ತಿಳಿದು ಇದನ್ನು ಇನ್ನೂ ಅನೇಕರೀತಿಯಿಂದ ಪರಿಷ್ಕರಿಸಿರುವರು. ಇದನ್ನು ಪೋಟರ್–ಬಕ್ಕಿ ಪರೆ (Potter-Bucky Diaphragm) ಎಂದು ಕರೆಯುವರು.

---

೫. ಎಕ್ಸ್‌ರೇ ಚಿಕಿತ್ಸೆ.

ಎಕ್ಸ್‌ರೇಯು ಸೂರ್ಯರಶ್ಮಿಯಲ್ಲಿಕೂಡ ಇರುವುದೆಂದೂ, ಸೂರ್ಯರಶ್ಮಿಯು ಎಷ್ಟೋ ವ್ಯಾಧಿಗಳನ್ನು ಗುಣಪಡಿಸುವುದೆಂದೂ, ಜನರು ನಂಬಿದ್ದುದರಿಂದ, ಎಕ್ಸ್‌ರೇಯನ್ನು ಪರೀಕ್ಷೆಗೆ ಮಾತ್ರವಲ್ಲದೆ, ಚಿಕಿತ್ಸೆಗೂ ಉಪಯೋಗಿಸಬಹುದೆಂದು ವೈದ್ಯರಿಗೆ ಹೊಳೆಯಿತು. ಅದಲ್ಲದೆ ಮೊದಲು ಎಕ್ಸ್‌ರೇ ಪ್ರಯೋಗಮಾಡುತ್ತಿದ್ದ ಹಲವು ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳು, ತಮ್ಮ ಕಣ್ಣುಗಳನ್ನು ಕಳೆದುಕೊಂಡದ್ದುಮಾತ್ರವಲ್ಲದೆ ಬೇರೆ ಎಷ್ಟೋತರದ ವ್ಯಾಧಿಗಳಿಗೆ ತುತ್ತಾದರು. ಆದುದರಿಂದ ನಾವು ಅಜಾಗರೂಕರಾಗಿದ್ದಲ್ಲಿ ಈ ನೂತನ ಕಿರಣಗಳು ನಮ್ಮನ್ನು ಅಪಾಯಕ್ಕೆ ಗುರಿಪಡಿಸುವುವು ; ಜಾಗ್ರತೆಯಿಂದ ನಾವು ಅವನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸಿದರೆ ಅವು ಹಲವು ವ್ಯಾಧಿಗಳನ್ನು ಗುಣಪಡಿಸುವುವು.

ಮೊತ್ತಮೊದಲು ಚರ್ಮದಮೇಲಿರುವ ಕಜ್ಜಿಗಳಿಗೂ, ಕಡಿಗಳಿಗೂ ಎಕ್ಸ್‌ರೇಯನ್ನು ಸಾರ್ಥಕವಾಗಿ ಉಪಯೋಗಿಸಿದರು. ಆದರೆ ಆ ಸಮಯದಲ್ಲಿ ಯಾವಯಾವ ಚರ್ಮರೋಗಗಳಿಗೆ ಯಾವಯಾವ ಪ್ರಮಾಣದಲ್ಲಿ ಎಕ್ಸ್‌ರೇಯನ್ನು ಪ್ರಯೋಗಿಸಬೇಕೆಂದು ತಿಳಿದಿರಲಿಲ್ಲ. ಅದನ್ನು ನಿರ್ಣಯಿಸುವುದಕ್ಕೆ ಒಂದು ಅಳತೆಯೂ ಇರಲಿಲ್ಲ. ಚರ್ಮದಮೇಲೆ ಪ್ರಯೋಗಿಸಿದ ಎಕ್ಸ್‌ರೇಯು ಹೆಚ್ಚಾದರೆ, ಚರ್ಮದ ಕೆಳಭಾಗದಲ್ಲಿದ್ದ ರೋಮದ ಬೇರುಗಳೂ, ಬೆವರಿನ ಗ್ರಂಥಿಗಳೂ ಸುಟ್ಟುಹೋಗಿ ಅಪಾಯವು ಸಂಭವಿಸಬಹುದು. ಆದರೆ ಇದಕ್ಕೆ ಬೇಕಾದ ಪರಿಮಾಣವನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿದನಂತರ ಈಗ ಅದನ್ನು ಬೇಕಾದಷ್ಟೇ ಉಪಯೋಗಿಸಿಕೊಂಡು ಗುಣವನ್ನು ಪಡೆಯಬಹುದು.

ಎಕ್ಸ್‌ರೇಯಿಂದ ಚರ್ಮದ ವ್ಯಾಧಿಗಳನ್ನೆಲ್ಲಾ ಗುಣಪಡಿಸಿಕೊಂಡಂತೆ, ದೇಹದ ಒಳಗಿರುವ ಎಲ್ಲಾ ಭಾಗಗಳಲ್ಲಿಯೂ ತೋರಿಬರುವ ಹಲವು ರೋಗಗಳನ್ನು ಗುಣಪಡಿಸಿಕೊಳ್ಳಬಹುದೆಂಬ ಭರ

ವಸೆಯು ಹುಟ್ಟಿತು. ಆದರೆ ಇದಕ್ಕೆ ಚರ್ಮವನ್ನು ಹಾದು ಒಳಗೆ ನಾಟಬಲ್ಲ ತೀಕ್ಷ್ಣವಾದ ಎಕ್ಸ್‌ರೇಯನ್ನೇ ಉಪಯೋಗಿಸಬೇಕು. ಇಂತಹ ತೀಕ್ಷ್ಣಕಿರಣದ ಜೊತೆಗೆ ಮಂದಕಿರಣವೂ ಇರುವುದರಿಂದ ಆಗ ಚರ್ಮಕ್ಕೆ ಮಂದಕಿರಣದಿಂದ ಹಾನಿಯುಂಟಾಗಬಹುದು. ಆದುದರಿಂದ ಮಿಶ್ರ ಎಕ್ಸ್‌ರೇಯನ್ನು ತಾಮ್ರ ಮತ್ತು ಅಲ್ಯುಮಿನಿಯಮ್ ತಗಡುಗಳ ಮೂಲಕ ಹಾದುಹೋಗುವಂತೆ ಮಾಡುವರು. ಈ ತಗಡುಗಳು ಮಂದಕಿರಣಗಳನ್ನೆಲ್ಲಾ ಹೀರಿಕೊಂಡು, ತೀಕ್ಷ್ಣವಾದವುಗಳನ್ನೆಲ್ಲಾ ಬಿಡುವುವು. ಈ ತಗಡುಗಳಲ್ಲಿ ಉಂಟಾದ ಗೌಣ (Secondary) ಎಕ್ಸ್‌ರೇಯು ಚರ್ಮವನ್ನು ಹಾನಿಮಾಡದಂತೆ, ಆ ತಗಡಿನ ಕೆಳಭಾಗದಲ್ಲಿ ಇಂತಹ ಕಿರಣಗಳನ್ನು ಹೀರಿಕೊಳ್ಳುವ ಚರ್ಮದ, ಮರದ ಅಥವಾ ರಬ್ಬರಿನ ಹೊದಿಕೆಯಿದೆ. ಹೆಚ್ಚಾಗಿ ಎಲುಬಿನ ಹತ್ತಿರದ ಅವಯವಗಳಿಗೆ ಎಕ್ಸ್‌ರೇಯಿಂದ ಅಧಿಕಗುಣ ಸಿಕ್ಕುವುದು. ಏಕೆಂದರೆ ಎಕ್ಸ್‌ರೇಯು ಎಲುಬಿಗೆ ತಗುಲಿ, ಅದರಿಂದುಂಟಾಗುವ ಗೌಣ ಎಕ್ಸ್‌ರೇಕೂಡ ಚಿಕಿತ್ಸೆಗೆ ಸಹಾಯವಾಗುವುದು.

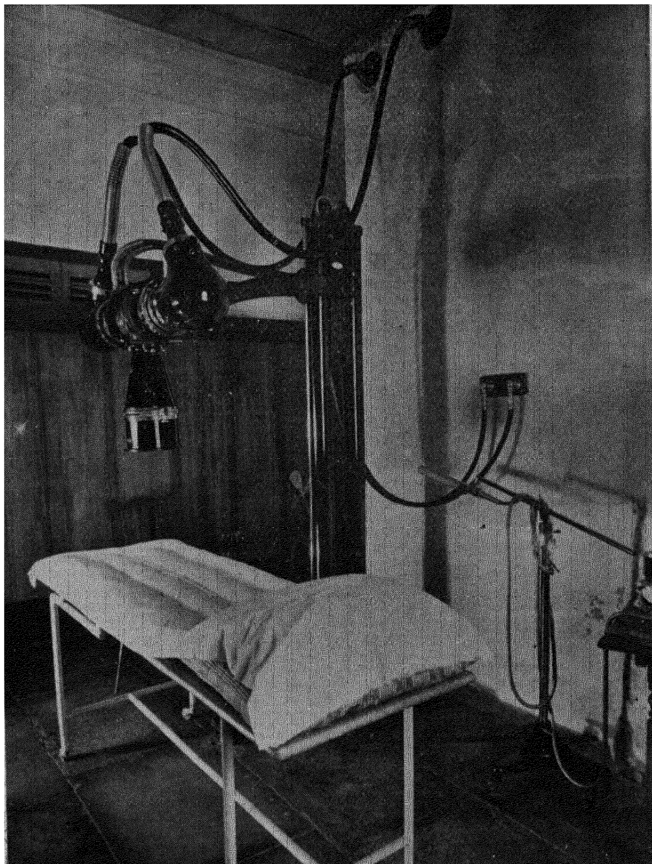
ಎಕ್ಸ್‌ರೇ ಚಿಕಿತ್ಸೆಯ ಮರ್ಮವೇನು? ಅದು ವ್ಯಾಧಿಗಳನ್ನು ಗುಣಪಡಿಸುವುದಾದರೂ ಹೇಗೆ? ಎಂಬುದನ್ನು ಇಲ್ಲಿ ಸ್ವಲ್ಪ ಯೋಚಿಸುವ. ನಮ್ಮ ದೇಹದಲ್ಲಿ ಕೋಟ್ಯನುಕೋಟಿ ಕಣ (cells) ಗಳಿವೆ. ನಮ್ಮ ದೇಹದ ಯಾವತ್ತು ರಚನೆಗೆ ಈ ಕಣಗಳೇ ಕಾರಣವು. ಅವುಗಳು ಹುಟ್ಟುವುವು; ಬೆಳೆಯುವುವು; ಬೆಳೆದು ಇನ್ನೂ ಚಿಕ್ಕಚಿಕ್ಕ ಕಣಗಳಾಗಿ ಒಡೆಯುವವು ಎಕ್ಸ್‌ರೇಯಿಂದ ಎಳೆಯ ಮತ್ತು ಅತ್ಯಂತ ಪಕ್ವವಾದ ಕಣಗಳಮೇಲೆ ಆಗುವಷ್ಟು ಪರಿಣಾಮವು ಉಳಿದ ಕಣಗಳ ಮೇಲೆ ಆಗುವುದಿಲ್ಲ. ಎರಡನೆಯದಾಗಿ ವ್ಯಾಧಿಗ್ರಸ್ಥವಾದ ಕಣಗಳಮೇಲೆ ಇದ್ದಷ್ಟು ಪರಿಣಾಮವು ಆರೋಗ್ಯದಲ್ಲಿರುವ ಕಣಗಳಮೇಲೆ ಇರುವುದಿಲ್ಲ. ಎಕ್ಸ್‌ರೇಯು ದೇಹದೊಳಗೆ ಹೋದಾಗ ಅದರ ದಾರಿಯಲ್ಲಿದ್ದ ಪರಮಾಣುಗಳನ್ನು ಅಯಾನಗೊಳಿಸುವುದು. ಹೀಗೆ ಉಂಟಾದ ಅಯಾನಗಳೇ ವ್ಯಾಧಿನಿವಾರಣೆಗೆ ಕಾರಣ. ಈ ಅಯಾನಗಳ ಸಾಂದ್ರತೆ ಹೆಚ್ಚಾದಂತೆ ರೋಗವು ಬೇಗನೆ ಗುಣವಾಗುವುದು.

ಆದುದರಿಂದ ಎಕ್ಸ್‌ರೇಯ ಬದಲಾಗಿ ಪರಮಾಣುಗಳನ್ನು ಅಯಾನ ಗೊಳಿಸುವ ಯಾವಕಿರಣಗಳನ್ನೂ ಉಪಯೋಗಿಸಬಹುದು.

ಕೆಲವರಿಗೆ ಮಾಂಸ, ಎಲುಬು, ಮೊದಲಾದುವುಗಳು ತಮ್ಮ ಷ್ಟಕ್ಕೆ ಬಾತುಹೋಗುವುದುಂಟು. ಇವುಗಳು ಬಾತುಹೋಗಿರುವುದನ್ನು ಎಕ್ಸ್‌ರೇ ಚಿತ್ರದಮೂಲಕ ಕಂಡುಹಿಡಿಯಬಹುದು. ಅನಂತರ ಬೇಗಿದಷ್ಟು ಳಕ್ಕೆ ಜಾಗ್ರತೆಯಿಂದ ತೀಕ್ಷ್ಣ ಎಕ್ಸ್‌ರೇಯನ್ನು ಮಿತವಾಗಿ ಕೊಡುತ್ತ ಬಂದರೆ ಬಾವು ಗುಣವಾಗುವುದು. ಸ್ತ್ರೀಯರಿಗೆ ಗರ್ಭಕೋಶದೋಷದ ಸಂಬಂಧವಾಗಿ ಹೆಚ್ಚಿನ ರಕ್ತಸ್ರಾವವುಂಟಾದರೆ ಎಕ್ಸ್‌ರೇ ಪ್ರಯೋಗದಿಂದ ಆದುಕೂಡಲೇ ಗುಣವಾಗುವುದು.

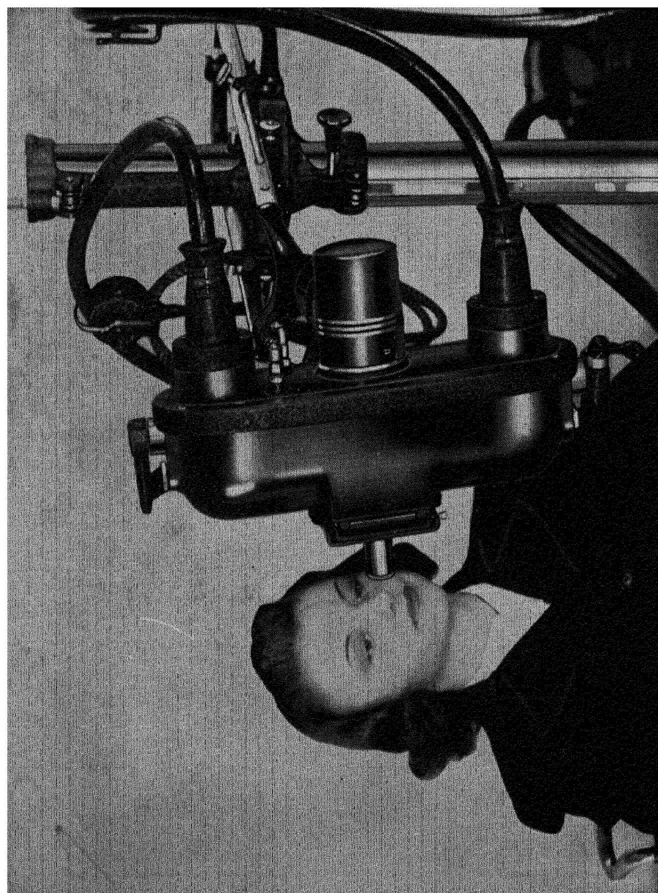
ಅಲ್ಲದೆ ಮಹಾವ್ಯಾಧಿಗಳಲ್ಲೊಂದಾದ ಅರ್ಬುದ (cancer) ರೋಗಕ್ಕೆ ಇದುವರೆಗೆ ವೈದ್ಯಶಾಸ್ತ್ರದಲ್ಲಿ ಯಾವತರದ ಔಷಧಿಯೂ ಇರಲಿಲ್ಲ. ಈ ರೋಗದ ಕಾರಣವೇನೆಂದುಕೂಡ ವೈದ್ಯರಿಗೆ ತಿಳಿದಿರಲಿಲ್ಲ. ಆದರೆ ಈಗೀಗ ಅತಿ ತೀಕ್ಷ್ಣವಾದ ಎಕ್ಸ್‌ರೇಮೂಲಕ ಸಾಧಾರಣವಾಗಿ ಪ್ರಾರಂಭಾವಸ್ಥೆಯಲ್ಲಿ ಈ ರೋಗವನ್ನು ಗುಣಪಡಿಸುವರು. ಇಂತಹ ಮಹಾವ್ಯಾಧಿಗೆ ಬೇರೊಂದೂ ಔಷಧಿಯಿಲ್ಲದೆ ವರ್ಷಕ್ಕೆ ಸಾವಿರಾರು ಜನರು ಬಲಿಬೀಳುತ್ತಿದ್ದರು. ಇದನ್ನು ತಡೆದು ಲೋಕೋಪಕಾರಮಾಡಿದ ಪುಣ್ಯವೆಲ್ಲವೂ ರೋಂಟ್ಜೆನ್ ಮೊದಲಾದ ಎಕ್ಸ್‌ರೇ ವೈಜ್ಞಾನಿಕರಿಗೆ ಸಲ್ಲುವುದು.

ಎಕ್ಸ್‌ರೇಯು 'ಒಲಿದರೆನಾರಿ, ಮುನಿದರೆಮಾರಿ' ಎಂಬಂತಿರುವುದು. ಅದನ್ನು ಅಜಾಗ್ರತೆಯಿಂದ ಉಪಯೋಗಿಸಿದಲ್ಲಿ ಬಹಳ ಅಪಾಯವು ಸಂಭವಿಸಬಹುದು. ಎಕ್ಸ್‌ರೇಯನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸುವ ವೈದ್ಯರು ಆ ವಿಷಯವನ್ನು ಚೆನ್ನಾಗಿ ಅರಿತವರಾಗಿರಬೇಕು. ಎಕ್ಸ್‌ರೇಯಿಂದ ವೈದ್ಯರಿಗೂ ರೋಗಿಗಳಿಗೂ ಯಾವತರದ ಅಪಾಯವೂ ಬಾರದಂತೆ ಬೇಕಾದ ರಕ್ಷಣೆಗಳನ್ನು ಮಾಡಿಕೊಳ್ಳಬೇಕು. ಈಗೀಗ ಎಕ್ಸ್‌ರೇ ನಳಿಗೆಗಳನ್ನೂ, ಅದಕ್ಕೆ ಬೇಕಾಗುವ 4,00,000 ವೋಲ್ಟಿನ ಒತ್ತಾಟದ ಪರಿವರ್ತಕಗಳನ್ನೂ ಸೀಸದ ಅಥವಾ ಸೀಸಮಿಶ್ರಿತಗಾಜಿನ ಕವಚ



By courtesy of Dr. P. Rama Rao.

ಎಕ್ಸ್‌ರೇ ಚಿಕಿತ್ಸಾಲಯ



ದಲ್ಲಿ ಮುಚ್ಚಿಡುತ್ತಾರೆ. ಯಾವಯಾವ ವ್ಯಾಧಿಗೆ ಎಷ್ಟೆಷ್ಟು ಎಕ್ಸ್‌ರೇ ಯನ್ನು ಯಾವ ರೀತಿಯಲ್ಲಿ ಕೊಡಬೇಕೆಂಬ ಅನುಭವವು ವೈದ್ಯನಿಗೆ ಇಲ್ಲದಿದ್ದರೆ ಒಂದುವ್ಯಾಧಿಯು ಗುಣವಾಗುವಾಗಲೇ ಇನ್ನೊಂದು ತಲೆ ದೋರಬಹುದು. ಅದರಲ್ಲೂ ಒಳಗಿನಿಂದಲೇ ಉಂಟಾದ ವ್ಯಾಧಿಯ ವಿಷಯವಾಗಿ ಅದು ಚರ್ಮದವರೆಗೂ ಬರುವತನಕ ಏನೂ ತಿಳಿಯ ದಿದ್ದರೆ, ಅದನ್ನು ಗುಣಪಡಿಸುವುದು ಬಹಳ ಕಷ್ಟ. ಮೊತ್ತಮೊದಲು ಎಕ್ಸ್‌ರೇಗೆ ಒಂದು ಅಳತೆ ಅಥವಾ ಪ್ರಮಾಣವಿಲ್ಲದೆ ಇದ್ದುದರಿಂದ, ವೈದ್ಯರೂ ರೋಗಿಗಳೂ ಈ ಎಲ್ಲಾ ಕಷ್ಟಗಳಿಗೂ ಗುರಿಯಾದರು

ವೈದ್ಯರು ಬೇರೆಬೇರೆ ರಸಾಯನಗಳನ್ನು ಅಳತೆಪ್ರಕಾರವೇ ಬೆರೆಸಿ ಔಷಧಿಯನ್ನು ತಯಾರಿಸುತ್ತಾರೆ. ಆ ಔಷಧಿಯಲ್ಲಿ ಯಾವುದಾದರೂ ಒಂದು ರಸಾಯನವು ಅಳತೆಗಿಂತ ಕಡಿಮೆಯಿದ್ದರೆ ರೋಗವು ಗುಣವಾಗ ಲಾರದು. ಹಾಗೆಯೇ ಅದು ಅಳತೆಮೀರಿದ್ದರೂ ವಿಷಪ್ರಾಯವೇ ಆಗುವುದು. ಹಾಗೆಯೇ ಎಕ್ಸ್‌ರೇಚಿಕಿತ್ಸೆಗೂ ಒಂದು ಯೋಗ್ಯ ವಾದ ಅಳತೆ, ಪ್ರಮಾಣಗಳುಬೇಕು. ಯಾವುದೊಂದು ಅಳತೆಯೂ ಇಲ್ಲದಿದ್ದರೆ ಎಕ್ಸ್‌ರೇಯಿಂದ ಬೇಕಾದ ಉಪಶಮನವು ಸಿಕ್ಕಲಾರದೆ ಅನರ್ಥಗಳೇ ಸಂಭವಿಸಬಹುದು. ಈ ಅಳತೆಯು ಎಲ್ಲರಿಗೂ ಪ್ರಮಾ ಣವಾಗಬೇಕಾದರೆ ಅದು ಹಲವು ಪಂಡಿತರ ಮನ್ನಣೆಯನ್ನೂ, ಒಪ್ಪಿಗೆ ಯನ್ನೂ ಪಡೆಯುವುದು ಅವಶ್ಯ. ಬೇರೆಬೇರೆ ಕಾಲದಲ್ಲಿ ಬೇರೆಬೇರೆ ಪ್ರಮಾಣಗಳು ರೂಢಿಯಲ್ಲಿದ್ದರೂ, 1928 ನೇ ಇಸವಿಯಲ್ಲಿ ಸ್ಟಾಕ್ ಹೋಮ್ ನಗರದಲ್ಲಿ ಜರುಗಿದ ಎರಡನೇ ಅಂತರರಾಷ್ಟ್ರೀಯ ರೇಡಿ ಯೊಲಾಜಿಕಲ್ ಪರಿಷತ್ತಿನಲ್ಲಿ ನಿಶ್ಚೈಸಿದ 'ರೋಂಟ್ಜನ್' ಎಂಬ ಹೆಸರಿನ ಪ್ರಮಿತಿಯೇ ಈಗ ರೂಢಿಯಲ್ಲಿರುವುದು.

ರೋಂಟ್ಜನ್ ಪ್ರಮಿತಿ ಎಂದರೇನು ? ಎಕ್ಸ್‌ರೇಯು ವಾಯುವಿನ ಮೂಲಕ ಹಾದುಹೋದರೆ ಅದರಪರಮಾಣುಗಳು ಅಯಾನಗೊಳ್ಳುವು ವಷ್ಟೆ! ಈ ಅಯಾನಗಳಲ್ಲಿ ವಿದ್ಯುತ್ತು ಇರುವುದು. ಒಂದು ಘನ ಸೆಂಟಿಮೀಟರ್ ವಾಯುವಿನಲ್ಲಿ ಒಂದು ನಿಶ್ಚಿತ ಅಳತೆಯ ವಿದ್ಯುತ್ತು

ಉಂಟಾಗುವುದಕ್ಕೆ ಬೇಕಾದಷ್ಟು ಎಕ್ಸ್‌ರೇಯನ್ನು ಪ್ರಮಿತಿಯಾಗಿಟ್ಟುಕೊಂಡಿರುವರು. ಇದಕ್ಕೆ 'ರೋಂಟ್ಜನ್' ಎಂದು ಹೆಸರು. ಅಲ್ಲದೆ ಈ ಅಯಾನರಂಗದ ಗೋಡೆಗಳು ಯಾವತರದ ಇಲೆಕ್ಟ್ರೋನುಗಳನ್ನೂ ಎಕ್ಸ್‌ರೇ ಸಂಬಂಧದಿಂದ ಕೊಡಕೂಡದು. ಯಾಕೆಂದರೆ ಇಂತಹ ಇಲೆಕ್ಟ್ರೋನುಗಳುಕೂಡ ಆ ರಂಗದಲ್ಲಿ ಅಯಾನವನ್ನುಂಟು ಮಾಡುವವು. ಮತ್ತು ರಂಗದಲ್ಲಿ ಉಂಟಾದ ಎಲ್ಲಾ ಅಯಾನಗಳನ್ನೂ ನಾವು ತಪ್ಪದೆ ಅಳೆಯಬೇಕು. ಈ ಶರತಗಳನ್ನೆಲ್ಲಾ ಒಳಗೊಂಡ ಅಯಾನರಂಗವನ್ನು ತಯಾರಿಸಿರುವರು. ಇದಕ್ಕೆ ಸಾಧಾರಣ 2000 ವೋಲ್ಟ್ ವಿದ್ಯುತ್ತಿನ ಒತ್ತಾಟವನ್ನು ಜೋಡಿಸಿದುದರಿಂದ ಎಲ್ಲಾ ಅಯಾನಗಳನ್ನು ಬಿಡದೆ ಅಳೆದಂತಾಗುವುದು.

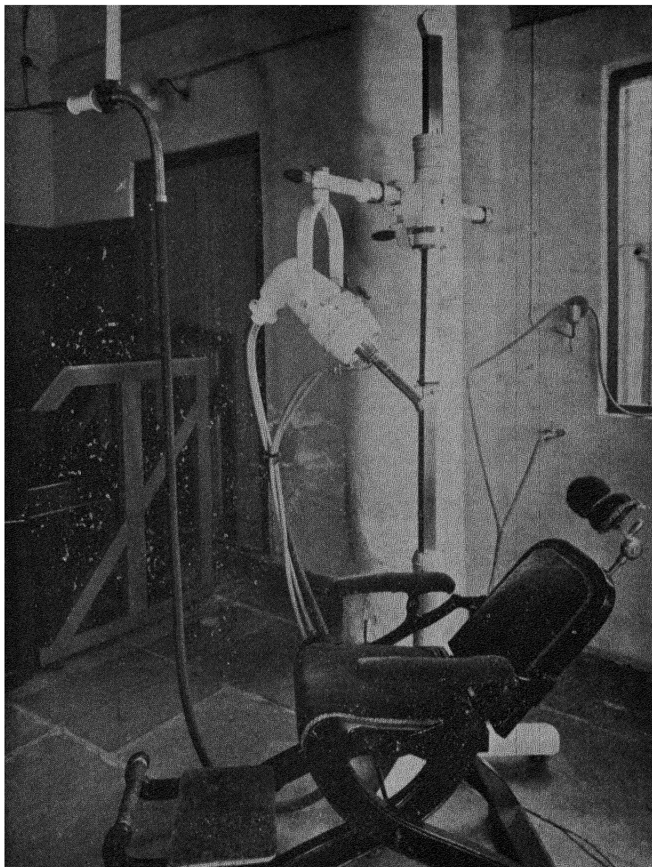
ಆದರೆ ಪ್ರತಿಯೊಂದು ಎಕ್ಸ್‌ರೇ ಸಾಧನದಲ್ಲಿಯೂ ಮೇಲೆ ಹೇಳಿದ ರಂಗವನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸುವುದಕ್ಕೆ ಅದು ಬಹಳ ದೊಡ್ಡದಾಗಿರುವುದರಿಂದ, ಇದಕ್ಕಿಂತಲೂ ಚಿಕ್ಕದಾದ ರಂಗವನ್ನು ತಯಾರಿಸುವರು. ಆದರೆ ರಂಗವು ಚಿಕ್ಕದಾದಂತೆ ಅದರ ಗೋಡೆಗಳಿಂದ ಹೊರಡುವ ಇಲೆಕ್ಟ್ರೋನುಗಳ ಸಂಖ್ಯೆಯು ಹೆಚ್ಚಾಗುವುದು. ಇದನ್ನು ನಿವಾರಿಸುವುದಕ್ಕೆ ವಾಯುವಿನಷ್ಟೇ ಪರಮಾಣುತೂಕವಿರುವ ವಸ್ತುವಿನಿಂದಲೇ ರಂಗವನ್ನು ತಯಾರಿಸುತ್ತಾರೆ. ಆದರೆ ಮೊದಲು ವಿವರಿಸಿದ ದೊಡ್ಡ ಅಯಾನರಂಗದೊಂದಿಗೆ ಇದನ್ನು ಹೋಲಿಸಿ, ಇದರ ಕೊರತೆಯನ್ನು ಸರಿಪಡಿಸಿಕೊಳ್ಳಬೇಕು.

ನಮ್ಮ ರಕ್ತದಲ್ಲಿ ಮುಖ್ಯವಾಗಿ ಕೆಂಪು ಮತ್ತು ಬಿಳುಪು ಹೀಗೆ ಎರಡುತರದ ರಕ್ತಾಣುಗಳಿವೆ. ಈ ರಕ್ತಾಣುಗಳೇ ನಮ್ಮ ದೇಹದಲ್ಲಿ ಸಿಪಾಯಿಗಳಂತಿದ್ದು ಯಾವುದಾದರೂ ರೋಗದ ಜೀವಾಣುಗಳು (Bacteria) ನಮ್ಮ ರಕ್ತವನ್ನು ಸೇರಿದರೆ, ಅವುಗಳೊಡನೆ ಹೋರಾಡಿ ಕೊಂದುಹಾಕುವುವು. ಎಕ್ಸ್‌ರೇಯಿಂದ ಇಂತಹ ರಕ್ತಾಣುಗಳಿಗೆ ಅಪಾಯವಿದೆಯೆಂದು ಕಂಡುಹಿಡಿದಿರುತ್ತಾರೆ. ಅಲ್ಲದೆ ಜೀವಾಣುಗಳಮೇಲೆ ಎಕ್ಸ್‌ರೇಗೆ ಯಾವತರದ ಪರಿಣಾಮವೂ ಇರುವುದಿಲ್ಲ. ಆದರೆ ಸೂರ್ಯರಶ್ಮಿಯಲ್ಲಿರುವ ನಮ್ಮ ಕಣ್ಣಿಗೆ ಗೋಚರವಾಗದ

ಅಲ್ಟ್ರಾವಯೊಲೆಟ್ ಎಂಬ ಕಿರಣಗಳು ರಕ್ತಾಣುಗಳ ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಹೆಚ್ಚಿಸುತ್ತವೆ. ಅದಕ್ಕಾಗಿಯೇ ಕ್ಷಯರೋಗಿಗಳೂ, ಆರೋಗ್ಯವನ್ನು ಚೆನ್ನಾಗಿ ಕಾಪಾಡಿಕೊಳ್ಳಲಪೇಕ್ಷಿಸುವ ಇತರರೂ ಹೆಚ್ಚು ಬಿಸಿಲು ಬೀಳುವ ಕೋಣೆಯಲ್ಲಿಯೂ, ಹಲವು ಕಿಟಕಿ ಬಾಗಿಲುಗಳಿರುವ ಗೃಹಗಳಲ್ಲಿಯೂ ವಾಸಿಸುವರು. ಎಕ್ಸ್‌ರೇ ಆಸ್ಪತ್ರೆಗಳಲ್ಲಿ ಈ ಅಲ್ಟ್ರಾವಯೊಲೆಟ್ ಚಿಕಿತ್ಸೆಯನ್ನು ಅವಶ್ಯವಿದ್ದಾಗ ಕೊಡುವರು. ಸ್ಫಟಿಕದ (Quartz) ನಳಿಗೆಯ ವಾಯುವನ್ನು ಶೋಷಿಸಿ ತೆಗೆದು, ಸ್ವಲ್ಪ ಪಾದರಸವನ್ನು ತುಂಬಿಸಿ, ಅದರಮೂಲಕ ವಿದ್ಯುತ್ಪ್ರವಾಹವನ್ನು ಕಳುಹಿಸಿದರೆ, ಒಂದು ತರದ ಬೆಳಕುಂಟಾಗುವುದು. ಆ ಬೆಳಕಿನಲ್ಲಿ ಅಲ್ಟ್ರಾವಯೊಲೆಟ್ ಕಿರಣಗಳು ವಿಶೇಷವಾಗಿರುವುವು. ಇದರಿಂದ ಕಣ್ಣಿಗೆ ಅಪಾಯವಿರುವುದರಿಂದ ರೋಗಿಗೆ ಈ ಕಿರಣಗಳನ್ನು ಪ್ರಯೋಗಿಸುವಾಗ ಈ ಕಿರಣಗಳನ್ನು ಹೀರಿಕೊಳ್ಳಲು ಶಕ್ತಿಯಿರುವ ಗಾಜಿನ ದೃಷ್ಟಿಚಕ್ರವನ್ನು ಆತನ ಕಣ್ಣಿನ ರಕ್ಷಣೆಗಾಗಿ ಉಪಯೋಗಿಸುತ್ತಾರೆ.

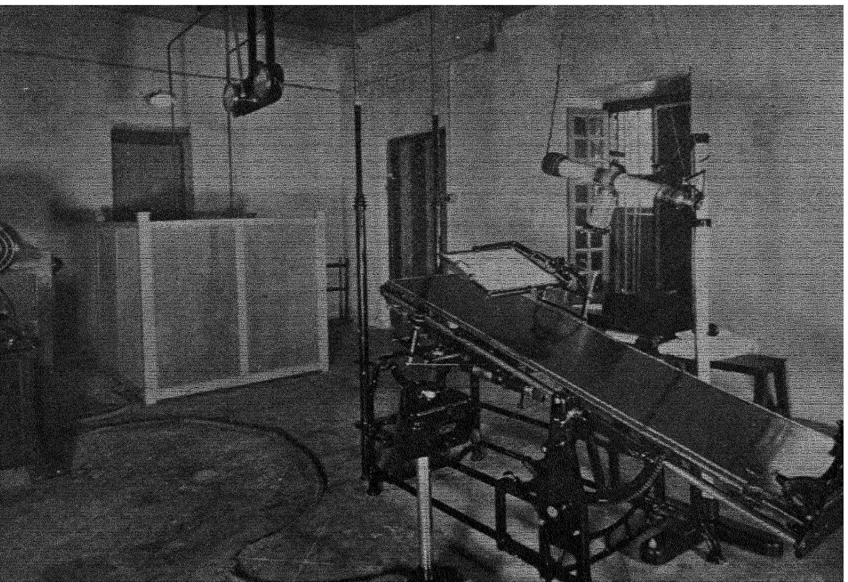
ಅತಿ ತೀಕ್ಷ್ಣವಾದ ಎಕ್ಸ್‌ರೇಯ ತರಂಗಮಾನವು ·015 ಆ. ಮಾನವು. ಇದನ್ನು 4,00,000 ವೋಲ್ಟಿನ ಎಕ್ಸ್‌ರೇ ಸಾಧನದಿಂದ ತಯಾರಿಸಬಹುದು. ಇದಕ್ಕಿಂತಲೂ ಚಿಕ್ಕದಾದ ತರಂಗಮಾನವಿರುವ ಕಿರಣಗಳಿವೆಯಷ್ಟೆ! ಅವುಗಳ ಹೆಸರು ಗಾಮಾರೇಸ್. ಅವುಗಳ ತರಂಗಮಾನವು ಸಾಧಾರಣ ·001 ಆ. ಮಾನವೆಂದು ಹೇಳಬಹುದು. ಆದುದರಿಂದ ಎಕ್ಸ್‌ರೇಗಿಂತಲೂ ಅವುಗಳಲ್ಲಿ ಅಧಿಕಶಕ್ತಿಯಿರುವುದು. ಅವು ಸಾಧಾರಣ 15 ಇಂಚು ದಪ್ಪವುಳ್ಳ ಉಕ್ಕಿನತಗಡನ್ನೂ ಹಾದುಹೋಗಬಲ್ಲುವು. ಎಕ್ಸ್‌ರೇಯನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿದ ಮರುವರ್ಷವೇ, ಎಂದರೆ 1896 ನೇ ಇಸವಿಯಲ್ಲಿ ಹೆನ್ರಿ ಬೆಕೆರಲ್ (Henri Bequerel) ಎಂಬ ಫ್ರೆಂಚ್ ವಿಜ್ಞಾನಿಯು ಈ ಕಿರಣಗಳನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿದನು. ಯುರೇನಿಯಮ್ ಎಂಬ ಧಾತುವು ತನ್ನಷ್ಟಕ್ಕೆ ಇಂತಹ ಕಿರಣಗಳನ್ನು ವಿಸ್ತರಿಸುವುದೆಂದು ಆತನು ತಿಳಿಸಿದನು. ಅನಂತರ ಮಡಾಮ್ ಕ್ಯೂರಿಯೂ ಅವಳ ಗಂಡನೂ ಇದರ ಪರಿಶೋಧನೆಯಲ್ಲಿ ಹೆಚ್ಚಿನ

ಪರಿಶ್ರಮವನ್ನು ವಹಿಸಿ, ರೇಡಿಯಮ್ ಎಂಬ ಹೊಸಧಾತುವನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿದರು. ರೇಡಿಯಮ್ ಧಾತುವು ಯುರೇನಿಯಮಿಗಿಂತಲೂ ಹೆಚ್ಚಿನಕಿರಣಗಳನ್ನು ಕೊಡುವುದು. ರೇಡಿಯಮ್ ಧಾತುವು ಯಾವಾಗಲೂ ಯುರೇನಿಯಮಿನೊಡನೆ ಮಿಶ್ರವಾಗಿಯೇ ಭೂಮಿಯಲ್ಲಿ ಸಿಕ್ಕುವುದು. ಗನಿಗಳಲ್ಲಿ ಸಿಕ್ಕುವ ಯುರೇನಿಯಂ ಅದುರಿನಲ್ಲಿ 3 ಮಿಲಿಯದಲ್ಲಿ ಒಂದು ಭಾಗಮಾತ್ರ ರೇಡಿಯಮ್ ಆಗಿರುವುದು. ಸಾಧಾರಣ 400 ಖಂಡಿ ಯುರೇನಿಯಂ ಅದುರಿನಲ್ಲಿ ಒಂದುಗ್ರೇಮ್ ತೂಕದ ರೇಡಿಯಂ ಸಿಕ್ಕಬಹುದು. ಆದುದರಿಂದ ಮೊದಲು ರೇಡಿಯಮನ್ನು ಆ ಅದುರಿನಿಂದ ಬೇರೆ ತೆಗೆಯಬೇಕಾದರೆ, ಕ್ಯೂರಿ ದಂಪತಿಗಳು ಎಷ್ಟು ಸಾಹಸ ಪಟ್ಟಿರಬೇಕೆಂದು ನೀವೇ ಯೋಚಿಸಿರಿ. ರೇಡಿಯಮ್ ಮೊದಲಾದ ಕೆಲವು ಧಾತುಗಳು ತಮ್ಮಷ್ಟಕ್ಕೆ ಮೂರು ತರದ ಕಿರಣಗಳನ್ನು ಹೊರಸೂಸುವುವು. ಒಂದು 'ಆಲ್ಫಾರೇಸ್' (Alpha Rays). ಇವುಗಳು ಎಕ್ಸ್‌ರೇಯಂತಹ ರಶ್ಮಿಗಳಲ್ಲ. ಇವುಗಳೂ ಹೀಲಿಯಮ್ ಧಾತುವಿನ ಪರಮಾಣುಕೇಂದ್ರಗಳೂ ಒಂದೇ. ಇವುಗಳಲ್ಲಿ ಧನವಿದ್ಯುತ್ತು ಇರುವುದು. ಇನ್ನೊಂದುತರದ ಕಿರಣಗಳಿಗೆ 'ಬೀಟಾರೇಸ್' (Beta Rays) ಎಂದು ಹೆಸರು. ಇವುಗಳು ಇಲೆಕ್ಟ್ರೋನುಗಳೇ. ಮೂರನೆಯದು ಮಾತ್ರ ಸಹಜರಶ್ಮಿ. ಇದಕ್ಕೆ 'ಗಾಮಾಕಿರಣ' ವೆಂದು ಹೆಸರು. ಎಕ್ಸ್‌ರೇಗೆ ಇರುವ ಎಲ್ಲಾ ಗುಣಸ್ವಭಾವಗಳೂ ಇದಕ್ಕೆ ಇರುವುದು. ಆದರೆ ಇದರಲ್ಲಿ ಎಕ್ಸ್‌ರೇಗಿಂತಲೂ ಹೆಚ್ಚಿನ ಶಕ್ತಿಯಿರುವುದು. ಈ ಕಿರಣಗಳೂ ತಾವು ಹಾದುಹೋಗುವಾಗ ದಾರಿಯಲ್ಲಿದ್ದ ವಸ್ತುಗಳ ಪರಮಾಣುಗಳನ್ನು ಅಯಾನಗೊಳಿಸುವುವು. ಆದುದರಿಂದಲೇ ಈ ಗಾಮಾಕಿರಣಗಳನ್ನು ಕ್ಯಾನ್ಸರ್ ಮೊದಲಾದ ಕೆಲವು ವ್ಯಾಧಿನಿವಾರಣೆಗೂ ಉಪಯೋಗಿಸುವರು. ಇದಕ್ಕೆ ರೇಡಿಯಮ್ ಚಿಕಿತ್ಸೆಯೆಂದು ಹೆಸರು. ಪ್ರತಿಯೊಂದು ಎಕ್ಸ್‌ರೇ ಆಸ್ಪತ್ರೆಯಲ್ಲಿಯೂ ಅಲ್ಪಸ್ವಲ್ಪ ರೇಡಿಯಂ ಕೂಡ ಇರುವುದು. ಇದನ್ನು ತಯಾರಿಸುವುದು ಬಹಳ ಕಷ್ಟವಾದುದರಿಂದ ಇದಕ್ಕೆ ಬಹಳ ಕ್ರಯವಿರುವುದು. ಸಾಧಾರಣ ಒಂದು ಗ್ರೇಮ್ ರೇಡಿಯಮಿಗೆ



By courtesy of Dr. P. Rama Rao.

ಎಕ್ಸ್‌ರೇ ಚಿಕಿತ್ಸಾಲಯ.



By courtesy of Dr. P. Rama Rao.

ಎಕ್ಸ್‌ರೇ ಪರೀಕ್ಷಾಲಯ.

ಒಂದೂವರೆಲಕ್ಷರೂಪಾಯಿ ಬೆಲೆಯಾಗುವುದು. ಆದುದರಿಂದಲೇ ಇದನ್ನು ಎಲ್ಲಾ ಕಡೆಗಳಲ್ಲಿಯೂ ಇರಿಸುವುದಕ್ಕೆ ಸಾಧ್ಯವಾಗಲಿಲ್ಲ. ಹೆಚ್ಚಾಗಿ 'ರೇಡಿಯಮ್ ಸಲ್ಫೇಟ್' (Radium Sulphate) ಎಂಬ ಸಂಯುಕ್ತವನ್ನು ಚಿನ್ನದ ಮತ್ತು ಪ್ಲೇಟಿನಮಿನ ಸಣ್ಣ ನಳಿಗೆಗಳೊಳಗಿಟ್ಟು ಭದ್ರಪಡಿಸುವರು. ಆದರಿಂದ ವಿಸ್ತರಿಸಿದ ಗಾಮಾ ಕಿರಣಗಳು ನಳಿಗೆಗಳನ್ನು ಹಾದು ಹೊರಗೆ ಬರುವುವು. ರೇಡಿಯಂ ಸಂಯುಕ್ತವನ್ನು ನಳಿಗೆಯಿಂದ ಹೊರಗೆ ತೆಗೆಯಬೇಕಾದ ಅವಶ್ಯವಿಲ್ಲ. ರೋಗಿಯ ಶರೀರದ ಯಾವಭಾಗದಲ್ಲಿ ಈ ಕಿರಣಗಳ ಅವಶ್ಯವಿದೆಯೋ, ಅಲ್ಲಿ ಈ ಸಣ್ಣ ನಳಿಗೆಗಳನ್ನೇ ಪ್ರಯೋಗಿಸುವರು. ಬೇರೆ ಸಮಯದಲ್ಲಿ ಈ ನಳಿಗೆಗಳನ್ನು 6 ಅಂಗುಲ ದಪ್ಪದ ಸೀಸದ ತಗಡಿನಿಂದ ತಯಾರಿಸಿದ ಪೆಟ್ಟಿಗೆಯಲ್ಲಿ ಭದ್ರವಾಗಿಡಬೇಕು.

ಸಾಧಾರಣವಾಗಿ ಎಲ್ಲಾ ಎಕ್ಸ್‌ರೇ ಇನ್ಸ್ಟಿಟ್ಯೂಟ್‌ಗಳಲ್ಲಿಯೂ, ಅಲ್ಟ್ರಾವಯೊಲೆಟ್, ಎಕ್ಸ್‌ರೇಸ್, ಮತ್ತು ರೇಡಿಯಮ್ ಈ ಮೂರರಿಂದಲೂ ಚಿಕಿತ್ಸೆನಡೆಸುವುದಕ್ಕೆ ಬೇಕಾದ ಸಾಧನಗಳಿರುವುವು. ಎಕ್ಸ್‌ರೇಯನ್ನು ಯಾವಯಾವ ರೋಗಗಳಿಗೆ ಉಪಯೋಗಿಸುವರೆಂಬುದರ ಪಟ್ಟಿಯನ್ನು ತಯಾರಿಸುವುದಕ್ಕೂ ಸಾಧ್ಯವಿಲ್ಲ. ಅವು ಅಷ್ಟು ಅಸಂಖ್ಯಾಕಗಳಾಗಿವೆ. ಮುಖ್ಯವಾಗಿ ತಿಳಿದುಕೊಳ್ಳಬೇಕಾದುದೇನೆಂದರೆ—ಈ ಕಿರಣಗಳು ರೋಗಗ್ರಸ್ತರ ರೋಗ ಕಣಗಳನ್ನು ನಿರ್ಮೂಲಮಾಡುವುದು ಮಾತ್ರವಲ್ಲದೆ ಆರೋಗ್ಯದಿಂದಿರುವ ಉಳಿದ ಕಣಗಳನ್ನೂ ಇನ್ನಷ್ಟು ಪುಷ್ಟಿಗೊಳಿಸುತ್ತವೆ.

---

೬. ಕೈಗಾರಿಕೆಗಳಲ್ಲಿ ಎಕ್ಸ್‌ರೇಯ ಉಪಯೋಗಗಳು.

ಎಕ್ಸ್‌ರೇಯಿಂದ ವಿಜ್ಞಾನಕ್ಕೂ, ವೈದ್ಯಕ್ಕೂ ಉಪಯೋಗವಿರುವಂತೆ, ಕೈಗಾರಿಕೆಗಳಿಗೂ ಅನೇಕತರದ ಉಪಯೋಗವಿರುವುದು. ಎಕ್ಸ್‌ರೇಯು ಹೆಚ್ಚಾಗಿ ಎಲ್ಲಾ ವಸ್ತುಗಳನ್ನೂ ಹಾದುಹೋಗುವುದರಿಂದಲೂ, ಬೇರೆಬೇರೆ ವಸ್ತುಗಳು ಎಕ್ಸ್‌ರೇಗೆ ಬೇರೆಬೇರೆ ಪಾರದರ್ಶಕತ್ವವನ್ನು ತೋರಿಸುವುದರಿಂದಲೂ, ಮತ್ತು ಸಾಧಾರಣ ಬೆಳಕಿನಂತೆ ಫೋಟೋಪ್ಲೇಟನ್ನು ಇದು ಮಾರ್ಪಡಿಸುವುದರಿಂದಲೂ ಇಷ್ಟೆಲ್ಲಾ ಪ್ರಯೋಜನಗಳು ಅದರಿಂದ ಸಾಧ್ಯವಾದುವು. ಮನುಷ್ಯನ ದೇಹದೊಳಗಿನ ಅಂಗರಚನೆಗಳನ್ನೂ, ಅವುಗಳ ಸ್ಥಿತಿಗತಿಗಳನ್ನೂ ಎಕ್ಸ್‌ರೇಯ ಸಹಾಯದಿಂದ ತಿಳಿದುಕೊಳ್ಳಬಹುದಷ್ಟೆ! ಅದರಂತೆಯೇ ವಸ್ತುಗಳ ಆಂತರ ಸ್ಥಿತಿಗಳನ್ನೂ ಅದರ ಸಹಾಯದಿಂದ ಕಂಡುಹಿಡಿಯಬಹುದು. ಈ ವಿಷಯದಲ್ಲಿ ಎಕ್ಸ್‌ರೇಯು ವಿಜ್ಞಾನಿಯ ಜ್ಞಾನಚಕ್ಷುವಿನಂತಿರುವುದು.

ಸರ್ವಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ಕಬ್ಬಿಣದ ಮತ್ತು ಉಕ್ಕಿನ ಎಲ್ಲಾ ಸಾಮಗ್ರಿಗಳನ್ನೂ ಎರಕದಿಂದಲೇ ತಯಾರಿಸುವರು. ನಮಗೆ ಯಾವ ಆಕಾರದ ವಸ್ತುವಿನ ಅವಶ್ಯವಿದೆಯೋ, ಅದರಂತೆಯೇ ಇರುವ ಮಣ್ಣಿನ ಅಚ್ಚನ್ನು ತಯಾರಿಸಿ, ಕಬ್ಬಿಣವನ್ನು ಕರಗಿಸಿ, ಈ ಅಚ್ಚಿನೊಳಗೆ ಹುಯ್ಯುತ್ತಾರೆ. ಅದು ತಣ್ಣಗಾದಂತೆ ಕಬ್ಬಿಣವು ಘನವಾಗುವುದು ಮಾತ್ರವಲ್ಲದೆ ಪ್ರಸರಣವನ್ನು ಹೊಂದಿ, ಪ್ರತಿ ಮೂಲೆಮೂಲೆಗಳಲ್ಲಿಯೂ ಸೇರಿಕೊಂಡು, ಅದೇ ಅಚ್ಚಿನ ಆಕೃತಿಯನ್ನು ಹೊಂದುವುದು. ಅನಂತರ ಹೊರಗಿರುವ ಮಣ್ಣಿನ ಅಚ್ಚನ್ನು ಒಡೆದು ತೆಗೆದರೆ, ನಮಗೆ ಬೇಕಾದ ಸಾಮಗ್ರಿಗಳು ದೊರೆಯುವುವು. ಇತ್ತೀಚೆಗೆ ಎಲ್ಲಾ ಕಟ್ಟಡಗಳಿಗೂ, ಮರಕ್ಕೆ ಬದಲಾಗಿ ಕಬ್ಬಿಣದ ಜಂತೆಯನ್ನೇ ಉಪಯೋ

ಗಿಸುವರು. ಇಂತಹ ಎರಕಗಳನ್ನು ಹೊರಗಿನಿಂದಲೇ ಪರೀಕ್ಷಿಸಿ ನೋಡಿದರೆ, ಒಳಗೆ ಇರಬಹುದಾದ ಬಿರುಕು ಮೊದಲಾದ ದೋಷಗಳು ತಿಳಿಯಲಾರವು. ಹೆಚ್ಚಾಗಿ ಇಂತಹ ಎರಕಗಳ ಒಳಗಡೆ, ಅಲ್ಲಲ್ಲಿ ವಾಯುವಿನ ಗುಳ್ಳೆಗಳು ತುಂಬಿ, ಅವುಗಳ ಬಲವನ್ನು ತಗ್ಗಿಸುವುವು. ಆದುದರಿಂದ ಪ್ರತಿಯೊಂದು ಎರಕದ ಸಾಮಾನುಗಳನ್ನೂ ಉಪ ಯೋಗಿಸುವ ಮೊದಲು, ಎಕ್ಸ್‌ರೇಯಮೂಲಕ ಪರೀಕ್ಷಿಸುವರು. ಆ ಸಾಮಗ್ರಿಗಳ ಎಕ್ಸ್‌ರೇ ಫೋಟೋವನ್ನು ತೆಗೆದರೆ, ಗಾಳಿಯಿರುವ ಸ್ಥಳವು ಹೆಚ್ಚು ಪಾರದರ್ಶಕವಾಗಿರುವುದರಿಂದ, ಚಿತ್ರದಲ್ಲಿ ಚೆನ್ನಾಗಿ ತಿಳಿಯುವುದು. ಇಂತಹ ದೋಷವಿರುವ ವಸ್ತುಗಳನ್ನು ಉಪಯೋ ಗಿಸದೆ, ತಿರುಗಿ ಅವುಗಳನ್ನು ಕರಗಿಸಿ ಎರಕಹುಯ್ಯುವರು.

ಉಗಿಯಂತ್ರಗಳಲ್ಲಿ ನೀರನ್ನು ಬಿಸಿಮಾಡುವುದಕ್ಕಾಗಲಿ, ಹಡಗು ಗಳನ್ನು ಕಟ್ಟುವುದಕ್ಕಾಗಲಿ, ಚಿಕ್ಕಚಿಕ್ಕ ಉಕ್ಕಿನ ತಗಡುಗಳನ್ನು ಜೋಡಿಸಬೇಕಾಗುವುದು. ಇವುಗಳನ್ನು ಆಣಿಗಳಿಂದ ಒಂದಕ್ಕೊಂದು ಬಿಗಿಯುತ್ತಾರೆ. ಹೀಗೆ ಬಿಗಿದಾಗ, ಉಗಿಯು ತಪ್ಪಿಸಿಕೊಂಡು ಹೋಗ ಬಹುದಾದ ಎಡೆಗಳು ಉಳಿಯಬಹುದು. ಇವನ್ನು ನಿವಾರಿಸುವುದ ಕ್ಕಾಗಿ ಅಂತಹ ಸ್ಥಳಗಳಲ್ಲಿ ಉಕ್ಕನ್ನು ಕರಗಿಸಿ, ಒಂದಕ್ಕೊಂದು ಸೇರಿ ಕೊಳ್ಳುವಂತೆ ಮಾಡುವರು. ಒಂದು ನಳಿಗೆಯಲ್ಲಿ ಆಮ್ಲಜನಕವೂ, ಇನ್ನೊಂದರಲ್ಲಿ ಎಸಿಟಲೀನ್ ವಾಯುವೂ ಬರುವಂತೆ ಮಾಡಿ, ಅವು ಒಟ್ಟಿಗೆ ಸೇರುವಕಡೆ ಬೆಂಕಿಹಿಡಿದರೆ, ಅಲ್ಲಿ ಅವು ಬಹಳ ಉಷ್ಣವಿರುವ ಜ್ವಾಲೆಯನ್ನು ಕೊಡುವುವು. ಇದಕ್ಕೆ 'ಆಕ್ಸಿ ಎಸಿಟಿಲೀನ್ ಫ್ಲೇಮ್' (Oxy–Acetylene Flame) ಎಂದು ಹೆಸರು. ಈ ಜ್ವಾಲೆ ಯನ್ನು ಜೋಡಣೆಯ ಸ್ಥಳಕ್ಕೆ ಪ್ರಯೋಗಿಸಿದರೆ, ಆ ಸ್ಥಳದಲ್ಲಿ ಎರಡೂ ಹಾಳೆಗಳು ಕರಗಿ, ಒಂದಕ್ಕೊಂದು ಬೆಸೆಯುವುವು. ಇಂತಹ ಜೋಡಣೆಗಳಲ್ಲಿಯೂ ನಡುವಿನಲ್ಲಿ ವಾಯುವಿನ ಗುಳ್ಳೆಗಳು ಉಳಿದು ಪಾತ್ರದ ಬಲವನ್ನು ತಗ್ಗಿಸುವುವು. ಹೊರಗಿನಿಂದ, ನೋಡಿದಾಗ ಈ ದೋಷಗಳು ತಿಳಿಯಲಾರವು. ಇದನ್ನು ನಿವಾರಿಸುವುದಕ್ಕೆ ಈಗ ಪ್ರತಿ ಯೊಂದು ಜೋಡಣೆಯ ಎಕ್ಸ್‌ರೇಚಿತ್ರವನ್ನು ತೆಗೆದು ಪರೀಕ್ಷಿಸುವರು.

ಈಗಿನ ವಿಜ್ಞಾನಯುಗದಲ್ಲಿ ಪ್ರತಿಯೊಂದು ಕೆಲಸವೂ ಯಂತ್ರಗಳ ಸಹಾಯದಿಂದಲೇ ನಡೆಯುವುದು. ಯಂತ್ರಗಳನ್ನು ಹೆಚ್ಚಾಗಿ ಉಕ್ಕಿನಿಂದಲೇ ತಯಾರಿಸುವರು. ಇಂಗ್ಲೆಂಡ್, ಅಮೇರಿಕಾ ಮುಂತಾದ ದೇಶಗಳಲ್ಲಿ ಅತ್ಯುತ್ತಮವಾದ ಉಕ್ಕನ್ನು ತಯಾರಿಸುವರು. ಆದರೆ ಅದರಿಂದ ತಯಾರಿಸಿದ ಸಾಧನಗಳಲ್ಲಿ ಆದರ ಸಾಮರ್ಥ್ಯವು ತೋರದಿದ್ದರೆ ಅದರಿಂದ ಪ್ರಯೋಜನವಿಲ್ಲ. ಉಗಿಬಂಡಿಯ ಎಂಜಿನುಗಳ ಗುಡಾಣಗಳಿಗೆ, ಸಾಧಾರಣವಾಗಿ ಒಂದು ಚದರಂಗುಲಕ್ಕೆ 1500 ಪೌಂಡು ಉಗಿಯ ಒತ್ತಾಟವನ್ನು ಸಹಿಸುವ ತ್ರಾಣವಿರಬೇಕು. ರೈಲುಗಳೂ, ಬಂಡಿಗಳೂ, ಇತ್ತೀಚೆಗೆ ಭಾರವಾಗುತ್ತ ಬರುತ್ತಿವೆ. ಅವುಗಳನ್ನು ಹೊರುವಷ್ಟು ಬಲವಾದ ಸೇತುವೆಗಳ ಆವಶ್ಯಕವಿದೆ. ಹೀಗೆ ಪ್ರತಿಯೊಂದು ಸಾಮಗ್ರಿಯಲ್ಲಿಯೂ, ಅದರ ಧಾರ್ಢ್ಯ ಮತ್ತು ಸಾಮರ್ಥ್ಯಗಳೇ ಮುಖ್ಯವಾಗಿರುವುವು. ಈ ಕೆಲಸಗಳಿಗೆ ಬೇಕಾಗುವ ಕಬ್ಬಿಣದ ತಗಡುಗಳನ್ನೂ ಜಂತೆಗಳನ್ನೂ ಎರಕಹುಯ್ಯುವಾಗ ಅವುಗಳೊಳಗೆ ಹಲವು ದೋಷಗಳು ಸೇರಬಹುದು. ಅವುಗಳಲ್ಲಿ ಒಳಗಿನಿಂದಲೇ ಬಿರುಕು ಬಿದ್ದಿರಬಹುದು. ಮಣ್ಣು ಅಥವಾ ಕಶ್ಮಲಗಳು ಅವುಗಳೊಳಗೆ ಸೇರಿಕೊಂಡಿರಬಹುದು. ಇಲ್ಲವೇ ಬೇರೆ ಅಶುದ್ಧವಾದ ಲೋಹಗಳು ನಡುವೆ ಸಿಕ್ಕಿಕೊಂಡಿರಬಹುದು. ಇವೆಲ್ಲವೂ ಲೋಹಗಳ ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಬಹಳವಾಗಿ ಕುಗ್ಗಿಸುವುವು.

ಪ್ರತಿಯೊಂದು ವಸ್ತುವನ್ನೂ ಎಕ್ಸ್‌ರೇ ಮೂಲಕ ಪರೀಕ್ಷಿಸುವುದು ಬಹಳ ಖರ್ಚಿನ ಮತ್ತು ಕಷ್ಟದ ಕೆಲಸವೆಂದು ನೀವೇ ತಿಳಿಯಬಹುದು. ಆದರೆ ಇಷ್ಟು ಮಾಡದಿದ್ದರೆ, ಇದಕ್ಕಿಂತಲೂ ಹೆಚ್ಚಿನ ನಷ್ಟವೇ ಸಂಭವಿಸಬಹುದು. ಒಂದು ಊರಿನಲ್ಲಿ ಉಗಿಯಂತ್ರದ ಸಹಾಯದಿಂದ ವಿದ್ಯುಚ್ಛಕ್ತಿಯನ್ನು ಹೊರಡಿಸುವರೆಂದು ನೆನಸುವ. ಆ ಉಗಿಯಂತ್ರದ ಗುಡಾಣದಲ್ಲಿ ಒಂದು ಚದುರಂಗುಲಕ್ಕೆ 1300 ಪೌಂಡು ಉಗಿಯ ಒತ್ತಾಟವು ಉಂಟಾಗುವುದು. ಎಲ್ಲಿಯಾದರೂ ಗುಡಾಣದ ಒಂದುಮೂಲೆಯು ಇಂತಹ ಒತ್ತಾಟವನ್ನು ತಡೆಯದೆ ಹೋದರೆ, ಗುಡಾಣವು ಬಿರಿದು ಯಂತ್ರವೇ ನಾಶವಾಗಬಹುದು.

ಅದನ್ನಿರಿಸಿದ ಕಟ್ಟಡವೇ ಕುಸಿದು ಬೀಳಬಹುದು. ಇಷ್ಟಕ್ಕೇ ಸಾಲ್ಕಾರುಲಕ್ಷ ರೂಪಾಯಿಗಳ ನಷ್ಟವಾಗಿರಬಹುದು. ಇದುಮಾತ್ರ ವಲ್ಲದೆ, ಈ ಯಂತ್ರದಿಂದ ಹೊರಡಿಸುವ ವಿದ್ಯುಚ್ಛಕ್ತಿಯನ್ನು ಹೊಂದಿಕೊಂಡು ನಡೆಯುತ್ತಿದ್ದ ಎಷ್ಟೋ ಕಾರ್ಖಾನೆಗಳೂ ನಿಂತುಹೋಗಿ, ಅನೇಕತರದ ನಷ್ಟವೂ ಸಂಭವಿಸಬಹುದು. ಹೀಗೆ ಮುಂದೆ ಬರಬಹುದಾದ ಅವಘಡಗಳನ್ನು ತಪ್ಪಿಸಲು, ಮೊದಲೇ ಆ ಯಂತ್ರಗಳಿಗೆ ಉಪಯೋಗಿಸುವ ಸಾಮಗ್ರಿಗಳನ್ನು ಎಕ್ಸ್‌ರೇಮೂಲಕ ಪರೀಕ್ಷಿಸಿ ನೋಡುವುದು ಅವಶ್ಯವು. ಇಂತಹ ಪರೀಕ್ಷೆಯನ್ನು ಎಕ್ಸ್‌ರೇ ಮೂಲಕ ಹೊರತು, ಬೇರೆ ಯಾವ ವಿಧದಿಂದಲೂ ನಡೆಸಲು ಸಾಧ್ಯವಿಲ್ಲ. ಹೀಗೆ ಪ್ರತಿಯೊಂದು ಸಾಧನವನ್ನೂ ಪರೀಕ್ಷಿಸುವುದು ಬಹಳ ಕಷ್ಟದ ಕೆಲಸವಾದುದರಿಂದ, ಅಪರ ಬದಲಿಗೆ ಡಿಕ್ಕಿನ್ಸನ್ (Dickinson) ಎಂಬಾತನು ಬಹಳ ಪರಿಶೋಧನೆಯಿಂದ ನಿರ್ದೋಷವಾದ ಜೋಡಣೆಯನ್ನು ಮಾಡುವ ಕ್ರಮವನ್ನೇ ಕಂಡುಹಿಡಿದಿರುವನು.

ವಾಯುವಿಮಾನಗಳನ್ನು ಕಟ್ಟುವಾಗ, ಹಗುರವಾಗಿ ತೆಳ್ಳಗಿರುವ ತಗಡುಗಳನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸುವರು. ಇವುಗಳ ಒಳಗೆ ಸ್ಕ್ರೂ ಮತ್ತು ಕಬ್ಬಿಣದ ಮೊಳೆಗಳನ್ನು ಹೊಡೆಯುವಾಗ, ಆ ತಗಡು ಒಳಗಡೆಯಿಂದಲೇ ಬಿರಿದುಹೋಗುವುದುಂಟು. ಇದನ್ನು ಪರೀಕ್ಷಿಸುವುದಕ್ಕಾಗಿ ಆ ಜಾಗದ ಎಕ್ಸ್‌ರೇ ಚಿತ್ರವನ್ನು ತೆಗೆಯುವರು. ಹೀಗೆ ಪರೀಕ್ಷಿಸಿ ಸರಿಪಡಿಸಿಕೊಳ್ಳದಿದ್ದಲ್ಲಿ ವಿಮಾನಕ್ಕೂ, ಅದರಲ್ಲಿ ಕುಳಿತ ಜನರಿಗೂ ಅಪಾಯವುಂಟು. ವಿಮಾನದ ಮುಂದುಗಡೆ ಎರಡು ಲೋಹದ ಹುಟ್ಟುಗಳು (Propellers) ಇವೆ. ಇವು ರಭಸದಿಂದ ತಿರುಗುವುದರಿಂದ ವಿಮಾನವು ಮುಂದಕ್ಕೆ ಸಾಗುವುದಷ್ಟೆ! ಈ ಹುಟ್ಟಿನ ಅಲಗುಗಳಲ್ಲಿ ಏನಾದರೂ ದೋಷವಿದ್ದರೆ, ಅವು ರಭಸದಿಂದ ತಿರುಗುವಾಗ ತುಂಡಾಗಿ, ಅನರ್ಥಗಳು ಸಂಭವಿಸುವುದುಂಟು. ಆದುದರಿಂದ ಮೊದಲು ಈ ಗಾಳಿಯ ಹುಟ್ಟುಗಳನ್ನು ಎಕ್ಸ್‌ರೇಯಿಂದ ಪರೀಕ್ಷಿಸಿ, ಅವು ಸರಿಯಾಗಿವೆಯೋ ಎಂದು ಖಚಿತಮಾಡಿಕೊಳ್ಳಬೇಕು.

ಕೆಲವು ಗನಿಗಳಲ್ಲಿ ಕಲ್ಲಿದ್ದಲು ಹೇರಳವಾಗಿ ಸಿಕ್ಕುವುದು. ಇಂತಹ ಕಲ್ಲಿದ್ದಲಿನ ಒಂದು ದಪ್ಪವಾದ ತುಂಡನ್ನು ತೆಗೆದು, ಸುತ್ತಲೂ ನೋಡಿದರೆ ಚೆನ್ನಾಗಿರುವ ಮೇಲುಭಾಗವು ಕಣ್ಣಿಗೆ ಕಾಣಬಹುದು. ಆದರೆ ಅದರ ಒಳಗಡೆ ಮಣ್ಣು, ಕಲ್ಲು ಮೊದಲಾದ ಅಪ್ರಯೋಜಕ ವಸ್ತುಗಳ ಪದರಗಳು ಇರಬಹುದು. ಇದಕ್ಕಾಗಿ ಆ ಕಲ್ಲಿದ್ದಲಿನ ತುಂಡಿನ ಎಕ್ಸ್‌ರೇ ಚಿತ್ರವನ್ನು ತೆಗೆದು ಈ ಸಂಶಯುವನ್ನು ನಿವಾರಿಸಿಕೊಳ್ಳುವರು. ಎಲ್ಲವೂ ಒಳ್ಳೆಯ ಕಲ್ಲಿದ್ದಲಾಗಿದ್ದರೆ ಛಾಯೆಯ ಸಾಂದ್ರತೆಯು ಒಂದೇ ಸಮನಾಗಿರುವುದು. ಆದರೆ ಆ ಇದ್ದಲತುಂಡಿನ ಒಳಗಡೆ ಕಲ್ಲುಮಣ್ಣುಗಳಿದ್ದರೆ, ಅವುಗಳು ಎಕ್ಸ್‌ರೇಗೆ ಪಾರದರ್ಶಕಗಳಲ್ಲದಿರುವುದರಿಂದ ಅವುಗಳ ನೆರಳು ಚಿತ್ರದಲ್ಲಿ ಬೀಳುವುದು.

ವಜ್ರಗಳಲ್ಲಿ ನಿಜವಾದ ವಜ್ರಗಳೂ, ಕೃತಕವಜ್ರಗಳೂ ಇರುವುವು. ನಿಜವಾದ ವಜ್ರವು ಬರೀ ಅಂಗಾರದ (Carbon) ಪರಮಾಣುಗಳ ಸಮೂಹವಾದುದರಿಂದ, ಅವುಗಳು ಎಕ್ಸ್‌ರೇಗೆ ಸಂಪೂರ್ಣ ಪಾರದರ್ಶಕಗಳು. ಆದರೆ ಕೃತಕ ವಜ್ರಗಳಲ್ಲಿ ಹೆಚ್ಚು ಭಾರವಿರುವ ಲೋಹಗಳಿರುವುದರಿಂದ, ಅದರ ಎಕ್ಸ್‌ರೇ ಚಿತ್ರದಲ್ಲಿ ಕಪ್ಪುಕಪ್ಪು ಚುಕ್ಕೆಗಳು ಕಂಡುಬರುವುವು. ಹೀಗೆ ನಿಜವಾದ ಮತ್ತು ಕೃತಕರತ್ನಗಳ ಪರೀಕ್ಷೆಗೆ ಎಕ್ಸ್‌ರೇಯು ಸಹಾಯಕವಾಗುವುದು. ಈ ಕಾಲದಲ್ಲಿ ಕೃತಕ ವಜ್ರಗಳೇ ಹೆಚ್ಚಾಗಿರುವುದರಿಂದ, ಎಕ್ಸ್‌ರೇಯಂತಹ ಪತ್ತೆದಾರಿಗಳು ಅತ್ಯವಶ್ಯ.

ರಬ್ಬರಿನಿಂದ ಈಗ ಎಷ್ಟೋ ಚಕ್ರಗಳ ಪಟ್ಟಿಗಳನ್ನು (Tyres) ತಯಾರಿಸುವರು. ಅದು ಗಟ್ಟಿಯಾಗುವಂತೆ ರಬ್ಬರಿನೊಂದಿಗೆ ಒಂದು ತರದ ನೂಲನ್ನು ಬೆರಸುತ್ತಾರೆ. ಈ ನೂಲು ಎಲ್ಲಾ ಕಡೆಗಳಲ್ಲಿಯೂ ಸಮನಾಗಿ ಬಿದ್ದಿರುವುದೋ ಎಂಬುದನ್ನು ಎಕ್ಸ್‌ರೇಮೂಲಕ ತಿಳಿಯಬಹುದು. ವಿದ್ಯುಚ್ಛಕ್ತಿಯನ್ನು ಒಂದು ಸ್ಥಳದಿಂದ ಇನ್ನೊಂದು ಸ್ಥಳಕ್ಕೆ ಕೊಂಡುಹೋಗುವುದಕ್ಕೆ ಲೋಹದ ತಂತಿಗಳನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸುವರು. ಅವುಗಳನ್ನು ಮುಟ್ಟಿದರೆ ವಿದ್ಯುದ್ಘಾತವಾಗುವುದು. ಆದುದರಿಂದ ಇಂತಹ ತಂತಿಗಳನ್ನು ರಬ್ಬರ್, ಸಿಲ್ಕು,

ಮೊದಲಾದ ವಿದ್ಯುನ್ನಿರೋಧಕಗಳಿಂದ ಮುಚ್ಚಿಡುವರು. ಇಂತಹ ರಕ್ಷೆಗಳ ಒಳಗಿರುವ ತಂತಿಯು ತುಂಡಾಗಿದೆಯೋ ಎಂದು ತಿಳಿಯುವು ದಕ್ಕೂ ಎಕ್ಸ್‌ರೇಯು ಸಾಧಕವಾಗಿರುವುದು.

ಮೈದಾನದ ಆಟಗಳಲ್ಲಿ ಗೋಲ್ಫ್ (Golf) ಎಂಬುದು ಒಂದಾಗಿರುವುದು. ಇದರ ಚೆಂಡನ್ನು ತಯಾರಿಸುವುದಕ್ಕೆ ಒಂದು ಚಿಕ್ಕ ಬೆಂಡಿನ ಚೆಂಡಿಗೆ ರಬ್ಬರಿನ ಟೇಪನ್ನು ಸುತ್ತುತ್ತಾರೆ. ಅದರ ಹೊರಗಡೆ ಸೆಲುಲ್ಯೈಡಿನ ಹೊದಿಕೆಯಿರುವುದು ಸರಿಯಾಗಿರುವ ಚೆಂಡಿನಲ್ಲಿ ಒಳಗಿನ ತಿರುಳು ಗೋಳಾಕಾರವಾಗಿರಬೇಕು. ಚೆಂಡನ್ನು ತೆಗೆದುಕೊಳ್ಳುವಮುಂಚೆ ಅದರ ಎಕ್ಸ್‌ರೇ ಚಿತ್ರವನ್ನು ತೆಗೆದುನೋಡಿ, ಸರಿಯಾಗಿರುವುದನ್ನು ಮಾತ್ರ ಉಪಯೋಗಿಸುವರು. ಇದೇ ಕ್ರಮದಲ್ಲಿ ಮರದ ಹಲಿಗೆಗಳನ್ನುಕೂಡ ಪರೀಕ್ಷಿಸಿ, ಒಳಗೆ ರಂಧ್ರ ಬಿದ್ದಿರುವುದೋ ಅಥವಾ ಕೆಟ್ಟುಹೋಗಿರುವುದೋ ಎಂಬುದನ್ನೂ ತಿಳಿದುಕೊಳ್ಳಬಹುದು. ಗೋಡೆಯ ಒಳಗಡೆ ವಿದ್ಯುತ್ತಿನ ಸರಿಗೆಗಳನ್ನೂ, ನೀರಿನ ನಳಿಗೆಗಳನ್ನೂ ಇಡುವುದುಂಟು. ಗೋಡೆಯನ್ನು ಒಡೆಯದೆಯೇ ಎಕ್ಸ್‌ರೇಯುಮೂಲಕ ಇವುಗಳು ಯಾವಯಾವ ಸ್ಥಳಗಳಲ್ಲಿರುವವೆಂದು ನಿಶ್ಚಯಿಸಬಹುದು.

ರೇಡಿಯೋ ಮೊದಲಾದ ವಿದ್ಯುತ್ತಿನ ಸಾಧನಗಳಲ್ಲಿ ಸರಿಗೆಗಳ ಜೋಡಣೆಯು ಬಹಳ ಸುತ್ತುಸುತ್ತಾಗಿರುವುದು. ಅಲ್ಲದೆ ಅದು ಯಂತ್ರದ ಒಳಗಡೆಯಲ್ಲಿಯೇ ಅಡಕವಾಗಿರುವುದರಿಂದ ಕಣ್ಣಿಗೆ ಗೋಚರವಾಗಲಾರದು. ಇದರ ಎಕ್ಸ್‌ರೇ ಚಿತ್ರವನ್ನು ತೆಗೆದು, ಸಾವಕಾಶವಾಗಿ ಎಲ್ಲಾ ತಂತಿಗಳ ಜೋಡಣೆಗಳನ್ನೂ ತಿಳಿದುಕೊಳ್ಳಬಹುದು. ವಿದ್ಯುತ್ತಿನ ಕುಲಿಮೆಯಲ್ಲಿ (Furnace) ಕಬ್ಬಿಣ ಮೊದಲಾದ ಲೋಹಗಳು ಎಷ್ಟೊಂದು ಉಷ್ಣದ ಮಿತಿಯಲ್ಲಿ ಕರಗುವುವೆಂಬುದನ್ನು ಎಕ್ಸ್‌ರೇಯುಮೂಲಕ ತಿಳಿದುಕೊಳ್ಳಬಹುದು.

ಸರ್ವಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ಎಲ್ಲಾ ಮುತ್ತು ರತ್ನಗಳೂ ಚಿಪ್ಪಿನೊಳಗೆ ಸಿಕ್ಕುವುವು. ಚಿಪ್ಪನ್ನು ಒಡೆಯದೆಯೇ ಅವುಗಳ ಒಳಗೆ

ಮುತ್ತುಗಳು ಇರುವುವೋ ಇಲ್ಲವೋ–ಇದ್ದರೆ ಯಾವಸ್ಥಳದಲ್ಲಿರುವುವು, ಮತ್ತು ಎಷ್ಟು ದೊಡ್ಡದಾಗಿರುವುವು—ಇವೇ ಮೊದಲಾದ ಸಂಗತಿಗಳನ್ನೂ ಚಿಪ್ಪಿನ ಎಕ್ಸ್‌ರೇ ಚಿತ್ರದಮೂಲಕ ತಿಳಿಯಬಹುದು. ಯಾವುದಾದರೊಂದು ಪೆಟ್ಟಿಗೆಯೊಳಗಾಗಲಿ, ಮೂಟೆಯೊಳಗಾಗಲೀ ಯಾವಯಾವ ತರದ ವಸ್ತುಗಳಿರುವುವೆಂದು ಹೊರಗಿನಿಂದಲೇ ತಿಳಿದುಕೊಳ್ಳಬೇಕಾದರೆ, ಎಕ್ಸ್‌ರೇಚಿತ್ರದಿಂದ ಹೊರತು ಬೇರೆ ಯಾವುದರಿಂದಲೂ ಸಾಧ್ಯವಿಲ್ಲ. ಯುದ್ಧಕಾಲಗಳಲ್ಲಿ ತಮಗೆ ಬರತಕ್ಕ ಭದ್ರವಾಗಿರುವ ಭಾಂಗಿಗಳೊಳಗೆ ಅಪಾಯಕರವಾದ ಸಿಡಿಮದ್ದಿನ ಗುಂಡುಗಳು (Bombs) ಇರುವುವೋ ಎಂಬುದನ್ನೂ ಎಕ್ಸ್‌ರೇಮೂಲಕ ಪರೀಕ್ಷಿಸಿನೋಡುವರು. ಇಲ್ಲವಾದರೆ ಪೆಟ್ಟಿಗೆಯ ಬಾಯನ್ನು ಒಡೆಯುವಾಗ ಒಳಗಿನ ಗುಂಡುಸಿಡಿದು ಅನರ್ಥಗಳು ಸಂಭವಿಸಬಹುದು.

ಒಂದು ರಾಜ್ಯದಿಂದ ಇನ್ನೊಂದು ರಾಜ್ಯಕ್ಕೆ ಕೆಲವು ವಸ್ತುಗಳನ್ನು ಒಯ್ಯಬೇಕಾದರೆ ಅವಕ್ಕೆ ಸುಂಕ ಕೊಡಬೇಕಾಗುವುದು. ಈ ಸುಂಕವನ್ನು ತಪ್ಪಿಸಿಕೊಳ್ಳುವುದಕ್ಕಾಗಿ ವ್ಯಾಪಾರಿಗಳು ಹೆಚ್ಚು ಬೆಲೆಬಾಳುವ ವಸ್ತುಗಳನ್ನು ಸುಂಕವಿಲ್ಲದ ಬೇರೆ ವಸ್ತುಗಳನಡುವೆ ಅಡಗಿಸಿ. ಮೋಸದಿಂದ ಸಾಗಿಸುವುದಕ್ಕೆ ಪ್ರಯತ್ನಪಡುವರು. ಇಂತಹ ಮೋಸವನ್ನು ಎಕ್ಸ್‌ರೇಯು ಸುಲಭವಾಗಿ ಬಹಿರಂಗಪಡಿಸುತ್ತದೆ.

ಕೆಲವು ವಸ್ತುಪ್ರದರ್ಶನಾಲಯಗಳಲ್ಲಿ ಮೂರುಸಾವಿರ ವರ್ಷಗಳ ಹಿಂದಿನ ಐಗುಪ್ತದೇಶದ ಮಮ್ಮಿಗಳ ದೇಹಗಳನ್ನು ಭದ್ರವಾಗಿ ಪೆಟ್ಟಿಗೆಯೊಳಗೆ ಹಾಕಿಟ್ಟಿದ್ದಾರೆ. ಅವುಗಳು ಕೊಳೆತು ನಾರದಂತೆ ಬೇರೆ ಕೆಲವು ವಸ್ತುಗಳನ್ನೂ ಪೆಟ್ಟಿಗೆಯೊಳಗೆ ಸೇರಿಸಿಡುವರು. ಅಂತಹ ಪೆಟ್ಟಿಗೆಯೊಳಗೆ ನಿಜವಾಗಿಯೂ ಮಮ್ಮಿಗಳು ಇವೆಯೋ ಮತ್ತು ಅವು ಯಾವಸ್ಥಿತಿಯಲ್ಲಿವೆ, ಎಂಬುದನ್ನು ಇಡೀ ಪೆಟ್ಟಿಗೆಯ ಎಕ್ಸ್‌ರೇ ಚಿತ್ರವನ್ನು ತೆಗೆದು ನೋಡಬಹುದು. ಹಾಗೆ ನೋಡಿದಲ್ಲಿ ಎಷ್ಟೋ ಮಮ್ಮಿಗಳ ಎಲುಬುಗಳು ತುಂಡಾಗಿರುವುದು ತಿಳಿದುಬಂದಿರುವುದು. ಇವುಗಳು ಮುಂಚೆಯೇ ತುಂಡಾಗಿದ್ದುವೋ ಇಲ್ಲವೇ ಕ್ರಮೇಣ ತುಂಡಾದವೋ ಎಂಬುದು ಮಾತ್ರ ಇನ್ನೂ ತಿಳಿದುಬಂದಿಲ್ಲ.

ಯಾವುದಾದರೊಂದು ಅಪೂರ್ವವಾದ ಪ್ರಾಣಿ, ಚೇಳು, ಅಥವಾ ಮಿಾನು ಸಿಕ್ಕಿದರೆ ಅದನ್ನು ಕೊಲ್ಲದೆಯೇ ಅದರ ಅಸ್ಥಿಪಂಜರವನ್ನು ಚಿತ್ರದಲ್ಲಿ ನೋಡಬಹುದು. ಎಳೆಯ ಸಸಿ, ಪುಷ್ಪ, ಎಲೆ ಮೊದಲಾದ ವನಸ್ಪತಿಗಳಲ್ಲಿ ಬೇರೆಬೇರೆ ಧಾತುಗಳ ಉಪ್ಪುಗಳು ಸೇರಿರುವುದರಿಂದ, ಅವುಗಳು ವನಸ್ಪತಿಯ ಯಾವಯಾವ ಭಾಗಗಳಲ್ಲಿ ಹೆಚ್ಚಿಗೆ ಇರುವು ವೆಂಬುದನ್ನೂ ಎಕ್ಸ್‌ರೇಮೂಲಕ ತಿಳಿಯಬಹುದು.

ವರ್ತಕರು ಹಿಟ್ಟು ಅಥವಾ ಸಕ್ಕರೆಯೊಡನೆ ಹೊಯಿಗೆ ಅಥವಾ ಸುಣ್ಣವನ್ನು ಬೆರಸಿ ಲಾಭಕ್ಕಾಗಿ ಮಾರುವುದುಂಟು. ಇಂತಹ ಮೋಸವನ್ನು ಎಕ್ಸ್‌ರೇ ಸಹಾಯದಿಂದ ಕಂಡುಹಿಡಿಯಬಹುದು. ಬಟ್ಟೆಗಳನ್ನು ನೇಯುವ ನೂಲು ಭಾರವಾಗಿ ಕಾಣಬೇಕೆಂದು, ಲೋಹದ ಪುಡಿಯನ್ನು ಗಂಜಿಯಾಗಿ ಮಾಡಿ ಅದಕ್ಕೆ ಸವರುವುದುಂಟು. ಇದನ್ನು ಕೂಡ ನೂಲಿನ ಎಕ್ಸ್‌ರೇ ಚಿತ್ರವನ್ನು ತೆಗೆದು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಬಹುದು.

ಆಗಾಗ ಚಿತ್ರಕಲಾ ಪ್ರದರ್ಶನಾಲಯಗಳಲ್ಲಿ ಪುರಾತನ ಚಿತ್ರಗಳ ಶೋಧನೆಗಾಗಿ ಎಕ್ಸ್‌ರೇಯನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸುವುದುಂಟು! ಒಂದು ದೊಡ್ಡ ಚಿತ್ರವನ್ನು ಬಿಡಿಸಬೇಕಾದರೆ, ಮೊದಲನೆಯದಾಗಿ ಒಂದು ಹಲಗೆ ಅಥವಾ ಕಾಗದದ ಅವಶ್ಯವಿದೆ. ಎರಡನೆಯದಾಗಿ ಅದರಮೇಲೆ ಬಿಳಿಯ ಬಣ್ಣದ ಪರೆಯನ್ನು ಅಂಟಿಸುತ್ತಾರೆ. ಇದರ ಮೇಲ್ಗಡೆ ಬೇರೆಬೇರೆ ಬಣ್ಣಗಳಿಂದ ಚಿತ್ರವನ್ನು ಬರೆಯುವರು. ಪುರಾತನ ಕಾಲದ ಪ್ರಸಿದ್ಧ ಕಲಾಭಿಜ್ಞರ ಮಾಡಿದ ಚಿತ್ರದ ಮೇಲೆ ಬೇರೆ ಚಿತ್ರಗಳನ್ನು ಬಿಡಿಸಿ ಹಳೆಯ ಚಿತ್ರವೆಂದು ಹೇಳಿ ಮೋಸಮಾಡಿ ಎಷ್ಟೋ ಜನರು ಹೇರಳ ಹಣವನ್ನು ಸಂಪಾದಿಸುವರು. ಆದರೆ ಹಾಗೆ ಸಂಶಯ ಬಂದಲ್ಲಿ, ಇಂತಹ ಚಿತ್ರಗಳ ಎಕ್ಸ್‌ರೇ ಫೋಟೋವನ್ನು ತೆಗೆದರೆ, ನಿಜಸ್ಥಿತಿಯು ತಿಳಿಯುವುದು. ಪೂರ್ವದಲ್ಲಿ ಹಲಗೆಯಮೇಲೆ ಮೊದಲು ಸುಣ್ಣವನ್ನು ಬಳಿಯುತ್ತಿದ್ದರು. ಈಗ ಅದರ ಬದಲಿಗೆ ಸೀಸದ ಸಂಯುಕ್ತದಿಂದ ತಯಾರಿಸಿದ ವೈಟ್‌ಲೆಡ್ (White Lead) ಎಂಬ ಬಣ್ಣವನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸುವರು. ಸೀಸಕ್ಕಿಂತಲೂ ಸುಣ್ಣವು ಹೆಚ್ಚು ಪಾರದರ್ಶಕವು. ಅಲ್ಲದೆ ಪುರಾತನಕಾಲದಲ್ಲಿ

ಎಲ್ಲಾ ವರ್ಣಗಳನ್ನೂ ಲೋಹಗಳಿಂದಲೇ ತಯಾರಿಸುತ್ತಿದ್ದರು. ಈಗ ಅವುಗಳನ್ನು ಹೆಚ್ಚಾಗಿ ಹಗುರವಾಗಿರುವ ಎನಿಲೀನ್ ಎಂಬ ಸಂಯುಕ್ತದಿಂದ ತಯಾರಿಸುತ್ತಾರೆ. ಆದುದರಿಂದ ಹಳೆಯ ಚಿತ್ರದ ಮೇಲೆ ಹೊಸಚಿತ್ರವನ್ನು ಬಿಡಿಸಿದರೆ, ಅದರ ಎಕ್ಸ್‌ರೇ ಚಿತ್ರವನ್ನು ತೆಗೆದಾಗ, ಹೊಸ ಚಿತ್ರದಷ್ಟು ಹಳೆಯ ಚಿತ್ರದ ಬಣ್ಣವು ಹೆಚ್ಚಾಗಿ ಪಾರದರ್ಶಕವಲ್ಲದಕಾರಣ, ಅದರ ನೆರಳು ಪ್ಲೇಟಿನಲ್ಲಿ ತೋರುವುದು. ಈ ರೀತಿಯಲ್ಲಿ ಎಷ್ಟೋ ಕಳ್ಳತನವನ್ನೂ, ಮೋಸಗಳನ್ನೂ ಕಂಡು ಹಿಡಿಯಬಹುದು.

---

೭. ಹರಳಿನ ರಚನೆಯಕ್ರಮ.

ಕಣ್ಣುಗಳು ಸಹಜವಾದ ದರ್ಶನೇಂದ್ರಿಯಗಳೇ ಆದರೂ ಸೂಕ್ಷ್ಮ ಪದಾರ್ಥಗಳು ಅವುಗಳಿಗೆ ಗೋಚರವಾಗಲಾರವು. ಅಂಥವುಗಳನ್ನು ಸೂಕ್ಷ್ಮದರ್ಶಕಗಳ ಸಹಾಯದಿಂದ ನೋಡಬಹುದು. ಆದರೆ ಈ ಯಂತ್ರಗಳಿಗೂ ಗೋಚರವಾಗದ ಸೂಕ್ಷ್ಮವಸ್ತುಗಳ ಪ್ರಪಂಚವೇ ಬೇರೆ ಇರುವುದು. ಇದನ್ನೂ ಎಕ್ಸ್‌ರೇಯ ಸಹಾಯದಿಂದ ನೋಡಿ ತಿಳಿದುಕೊಳ್ಳಬಹುದು.

ಪ್ರತಿಯೊಂದು ಹರಳಿನ ಒಳಗೂ, ಅದರ ಪರಮಾಣುಗಳಿಂದ ಕೂಡಿದ ಒಂದು ಸೂಕ್ಷ್ಮವ್ಯವಸ್ಥೆಯಿರುವುದು. ಇದು ಎಕ್ಸ್‌ರೇ ಯಿಂದಮಾತ್ರ ತಿಳಿಯುವುದು. ಆದುದರಿಂದಲೇ ಎಕ್ಸ್‌ರೇಯನ್ನು 'ಅತ್ಯಂತ ಸೂಕ್ಷ್ಮದರ್ಶಕ' (Super microscope) ವೆಂದು ಕರೆಯಬಹುದು. ಹರಳು ಎಂದರೇನು? ಅದಕ್ಕೂ ಒಂದು ರಚನೆ ಯಿರುವುದೇ? ಅದನ್ನು ತಿಳಿದುಕೊಳ್ಳುವುದಾದರೂ ಹೇಗೆ? ಹೀಗೆ ತಿಳಿದುದರಿಂದ ವಿಶೇಷವಾದ ಉಪಯೋಗವೇನು? ಈ ಎಲ್ಲಾ ವಿಚಾ ರಗಳನ್ನೂ ಇಲ್ಲಿ ಸಂಕ್ಷೇಪವಾಗಿ ತಿಳಿಸುವೆವು.

ಉಪ್ಪು, ಮೈಲ್‌ತುತ್ತ ಮೊದಲಾದ ಲವಣಗಳು ನೀರಿನಲ್ಲಿ ಕರಗುವುವು. ಸ್ವಲ್ಪ ನೀರನ್ನು ಒಂದು ಪಾತ್ರೆಯಲ್ಲಿಟ್ಟು ಉಪ್ಪನ್ನು ಅದಕ್ಕೆ ಸ್ವಲ್ಪಸ್ವಲ್ಪವಾಗಿ ಹಾಕುತ್ತಿದ್ದರೆ ಅದು ನೀರಿನಲ್ಲಿ ಕರಗುವುದು. ಕೊನೆಗೆ ಆ ನೀರಿಗೆ ಇನ್ನೂ ಹೆಚ್ಚು ಉಪ್ಪನ್ನು ಕರಗಿಸುವ ಶಕ್ತಿಯು ಇಲ್ಲದಂತಾಗಿ, ಅದಕ್ಕೆ ಮೇಲೆ ಹಾಕಿದ ಉಪ್ಪು ಕರಗದೆ ಹಾಗೆಯೇ ಪಾತ್ರೆಯ ತಳದಲ್ಲಿ ನಿಲ್ಲುವುದು. ಈಗ ಆ ನೀರನ್ನು ಸ್ವಲ್ಪ ಬಿಸಿ ಮಾಡಿದರೆ ಇನ್ನೂ ಸ್ವಲ್ಪ ಉಪ್ಪು ಕರಗುವುದು. ಕರಗುವುದೆಂದರೆ, ಉಪ್ಪಿನ ಅಣುಗಳು ನೀರಿನ ಅಣುಗಳ ನಡುವೆ ಇರುವ ಸ್ಥಳದಲ್ಲಿ ಅಡಗಿ ಕೊಂಡು ಕಣ್ಣಿಗೆ ಅಗೋಚರವಾಗುವುವು. ಈ ಬಿಸಿಯಾದ ಉಪ್ಪಿನ

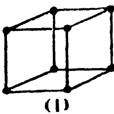
ದ್ರವವನ್ನು ಒಂದು ಸ್ವಚ್ಛವಾದ ಪಾತ್ರೆಯಲ್ಲಿ ಹಾಕಿ ಮುಚ್ಚಿಟ್ಟರೆ, ಅದು ಆರಿದಹಾಗೆಲ್ಲ ಹಿಂದೆ ಉಷ್ಣದ ಬಲದಿಂದ ಕರಗಿಹೋದ ಉಪ್ಪು ತಣ್ಣಗಾದೊಡನೆಯೇ, ದ್ರವರೂಪದಲ್ಲಿರಲಾರದೆ ಘನಚೌಕದ ಹರಳುಹರಳಾಗಿ ಕಾಣಿಸುವುದು. ಈ ರೀತಿಯ ಘನಚೌಕದ ಆಕಾರವು ಉಪ್ಪಿನ ಹರಳಿಗೆ ಸ್ವಭಾವಸಿದ್ಧವಾದುದು. ವೈಲ್‌ತುತ್ತ ಮೊದಲಾದ ಬೇರೆಬೇರೆ ಲವಣಗಳಿಗೆ ಬೇರೆಬೇರೆ ಆಕಾರಗಳಿವೆ. ಒಂದು ಚಿಕ್ಕ ಹರಳನ್ನು ತೆಗೆದು ಸೂಕ್ಷ್ಮವಾದ ದಾರದಿಂದ ಇಂತಹ ಉಪ್ಪು ನೀರಿನೊಳಗೆ ತೂಗಹಾಕಿ, ಯಾವುದೊಂದೂ ಆತಂಕವಿಲ್ಲದ ಸ್ಥಳದಲ್ಲಿ ಮುಚ್ಚಿಟ್ಟರೆ, ಬಹಳ ದೊಡ್ಡದಾದ ಹರಳು ದೊರೆಯುವುದು. ಶಿಲ್ಪಿಯಿಂದ ಕೆತ್ತಲ್ಪಟ್ಟಂತಿರುವ ಇಂತಹ ಸೃಷ್ಟಿವೈಚಿತ್ರ್ಯವನ್ನು ಕಂಡವರು ಯಾರೂ ಕೊಂಡಾಡದಿರರು.

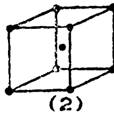
ಸೋಡಿಯಂ ಮತ್ತು ಕ್ಲೋರಿನ್ ಎಂಬ ಎರಡು ಧಾತುಗಳುಸೇರಿ ಉಪ್ಪು ಉಂಟಾಗುವುದು. ಈ ಉಪ್ಪಿನ ಘನಚೌಕದ ಹರಳಿನಲ್ಲಿ ಸೋಡಿಯಂ ಮತ್ತು ಕ್ಲೋರಿನುಗಳ ಪರಮಾಣುಗಳು ಒಂದರನಂತರ ಒಂದು ಸಾಲಾಗಿರಬೇಕು. ಇಂತಹ ಪರಮಾಣುಪಂಙ್ತಿಗಳು ಉದ್ದ, ಅಗಲ, ದಪ್ಪ—ಈ ಮೂರರಲ್ಲಿಯೂ ಸಮವಾಗಿರುವುದರಿಂದ, ಹರಳು ಘನಚಚ್ಚೌಕವಾಗಿರುವುದು. ಸರ್ವಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ಎಲ್ಲಾ ಘನ ಪದಾರ್ಥಗಳೂ ಹರಳಾಗಿಯೇ ಇರುವುವು. ಎಲ್ಲಾ ಲೋಹಗಳು ಮಾತ್ರವಲ್ಲದೆ, ಸಿಲ್ಕು, ಉಣ್ಣೆ, ತಲೆಕೂದಲು—ಇವುಕೂಡಾ ಮೂಲದಲ್ಲಿ ಹರಳುಗಳಾಗಿವೆಯೆಂದರೆ, ನೀವು ಆಶ್ಚರ್ಯಪಡಬಹುದು. ಗಾಜು ಮಾತ್ರ ಹರಳಿನಂತಿರುವುದಿಲ್ಲ.

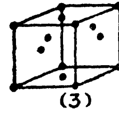
ಎಲ್ಲಾ ವಸ್ತುಗಳೂ ಪರಮಾಣುಗಳ ಸಮೂಹವು. ಆ ವಸ್ತುವಿನ ಲಕ್ಷಣ, ಸ್ವಭಾವಗಳೆಲ್ಲವೂ ಅದರ ಪ್ರತಿಯೊಂದು ಅಣುವಿನಲ್ಲಿಯೂ ಕಂಡುಬರುವುದಷ್ಟೆ! ಒಂದು ವಸ್ತುವಿನ ಎಲ್ಲಾ ಅಣುಗಳೂ ಒಂದೇ ಸಮಾನವಾಗಿರುವುವು. ಇಂತಹ ಅಣುಗಳಿಂದಲೇ ಎಷ್ಟು ದೊಡ್ಡ ವಸ್ತುವುಕೂಡ ಕಟ್ಟಲ್ಪಟ್ಟಿರುವುದು. ಆದರಂತೆಯೇ ನಮ್ಮ ಕಣ್ಣಿಗೆ ತೋರುವ ಹರಳೂ ಚಿಕ್ಕಚಿಕ್ಕ ಹರಳುಗಳ ಸಮೂಹವೇ! ಈ ಚಿಕ್ಕ

ಹರಳಿನ ಆಕೃತಿಯೇ, ದೊಡ್ಡ ಹರಳಿಗೆಕೂಡ ಇರುವುದು. ಇಂತಹ ಚಿಕ್ಕ ಹರಳನ್ನು ಒಂದು ಇಟ್ಟಿಗೆಯಂತೆ ಭಾವಿಸಿದರೆ, ಅಂತಹ ಇಟ್ಟಿಗೆಯಿಂದ ಕಟ್ಟಲ್ಪಟ್ಟಿರುವ ಗೋಡೆಯೇ ದೊಡ್ಡಹರಳು. ಉದಾಹರಣೆಗಾಗಿ, ಬೆಂಕಿಪೆಟ್ಟಿಗೆ ಅಥವಾ ಸಿಗರೇಟು ಪೆಟ್ಟಿಗೆಗಳನ್ನು ಒಂದರಮೇಲೊಂದಿಟ್ಟು ದೊಡ್ಡಕಟ್ಟನ್ನು ಮಾಡುವಂತೆ, ಚಿಕ್ಕಚಿಕ್ಕ ಹರಳುಗಳನ್ನು ಕೂಡಿಸಿ ಒಂದು ದೊಡ್ಡ ಹರಳನ್ನು ಮಾಡಬಹುದು. ಆದುದರಿಂದ ಹರಳಿನ ರಚನಾಕ್ರಮವನ್ನು ತಿಳಿಯಬೇಕಾದರೆ, ಆದರ ಚಿಕ್ಕ ಹರಳಿನ ರಚನೆಯನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿದರೆ ಸಾಕು.

ಹೆಚ್ಚಾಗಿ ಎಲ್ಲಾ ಲೋಹದ ಮತ್ತು ಕೆಲವು ಸಂಯುಕ್ತಗಳ ಹರಳುಗಳು ಘನಚೌಕವಾಗಿರುವುವು. ಇದರಲ್ಲಿಯೇ ಮೂರುತರದವುಗಳಿವೆ. ಒಂದನೆಯದರಲ್ಲಿ ಘನಚೌಕದ ಎಂಟು ಮೂಲೆಗಳಲ್ಲಿ ಮಾತ್ರ ಎಂಟು ಪರಮಾಣುಗಳಿವೆ. ಎರಡನೆಯದರಲ್ಲಿ ಎಂಟು ಮೂಲೆಗಳಲ್ಲಿ ಮಾತ್ರವಲ್ಲದೆ, ಆದರ ನಡುವಿನಲ್ಲಿಯೂ ಒಳಗಡೆ ಒಂದು ಪರಮಾಣುವಿರುವುದು. ಹೀಗೆ ಒಟ್ಟಿಗೆ 9 ಪರಮಾಣುಗಳು ಒಂದು ಚಿಕ್ಕ ಘನಚೌಕದ ಹರಳಿನಲ್ಲಿರುವುವು. ಮೂರನೆಯದರಲ್ಲಿ ಆದರ 8 ಮೂಲೆಗಳಲ್ಲಿಮಾತ್ರವಲ್ಲದೆ ಆದರ ಆರು ಮುಖಗಳ ಮಧ್ಯದಲ್ಲಿಯೂ ಆರು ಪರಮಾಣುಗಳಿವೆ. ಹೀಗೆ ಈ ತರಗತಿಗೆ ಸೇರಿದ ಒಂದು ಚಿಕ್ಕ ಹರಳಿನಲ್ಲಿ 14 ಪರಮಾಣುಗಳಿವೆ.


(1)


(2)

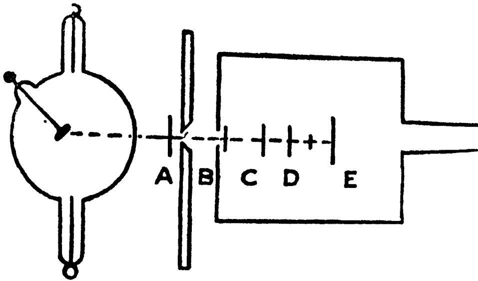

(3)

ಹರಳಿನ ಚಿತ್ರ.

ಪೊಟೇಷಿಯಮ್ ಕ್ಲೋರೈಡ್ (Potassium Chloride) ಎಂಬುದರ ಹರಳು ಮೊದಲನೆಯ ಜಾತಿಗೆ ಸೇರುವುದು. ಕಬ್ಬಿಣ, ಕ್ರೋಮಿಯಮ್, ಟಂಗ್‌ಸ್ಟೆನ್ ಮೊದಲಾದವುಗಳು ಎರಡನೆಯ

ಜಾತಿಗೆ ಸೇರಿದವುಗಳು. ಅಲ್ಯುಮಿನಿಯಮ್, ಬೆಳ್ಳಿ, ಚಿನ್ನ, ತಾಮ್ರ, ನಿಕ್ಕಲ್, ಸೀಸ ಮೊದಲಾದವುಗಳು ಮೂರನೆ ತರಗತಿಗೆ ಸೇರಿದವುಗಳು.

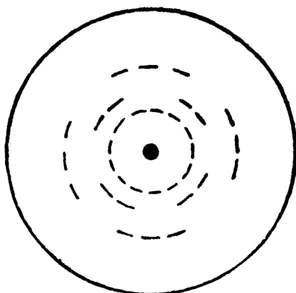
ಇಂತಹ ಹರಳುಗಳ ಪರಮಾಣುಪಙ್ಕ್ತಿಗಳ ದೂರವು ಒರೇ ಒಂದೆರಡು ಅ. ಮಾನವಿರುವುದು. ಎಂದರೆ ಅದು ಎಕ್ಸ್‌ರೇಯ ತರಂಗಮಾನಕ್ಕೆ ಹೆಚ್ಚುಕಡಿಮೆ ಸರಿಸಮಾನವು. ಆದುದರಿಂದ ಇಂತಹ ಹರಳುಗಳನ್ನು ಎಕ್ಸ್‌ರೇಗೆ ಗ್ರೇಟಿಂಗನ್ನಾಗಿ ಉಪಯೋಗಿಸಬಹುದೆಂದು ಪ್ರೊ. ಲಾವೆ ಎಂಬಾತನು ಪ್ರಥಮದಲ್ಲಿ ಕಂಡುಹಿಡಿದನು. ಆತನ ಹೇಳಿಕೆಯಮೇರೆಗೆ ಫ್ರೆಡರಿಕ್ ಮತ್ತು ನಿಪ್ಪಿಂಗ್ ಎಂಬವರು



A ಅಲ್ಯುಮಿನಿಯಂ ತಗಡು.
B C. D ಸೀಸದ ದಪ್ಪ ತಗಡು.
C. D ಯ ನಡುವೆ ಎಕ್ಸ್‌ರೇ ಹೋಗಲಿಕ್ಕೆ ಚಿಕ್ಕ ರಂಧ್ರವಿದೆ.
D ಸತುವಿನ ಹರಳು.
E ಫೋಟೋಪ್ಲೇಟು.

ಸತುವಿನ ಹರಳನ್ನು ತೆಗೆದುಕೊಂಡು, ಅದರಮೂಲಕ ಎಕ್ಸ್‌ರೇಯನ್ನು ಕಳುಹಿಸಿ, ಅದರ ಹಿಂಬದಿಯಿಂದ ಫೋಟೋಪ್ಲೇಟನ್ನು ಇಟ್ಟು ಪರೀಕ್ಷಿಸಿದರು. ಅವರ ಪ್ರಯೋಗವನ್ನೂ, ಅವರು ಪ್ಲೇಟಿನಲ್ಲಿ ಕಂಡ ಚಿತ್ರವನ್ನೂ ಈ ಕೆಳಗೆ ತೋರಿಸಿರುವೆವು.

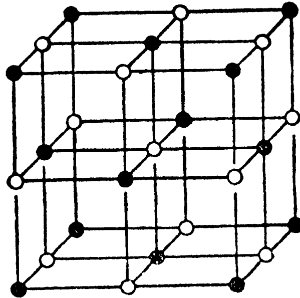
ಈ ಚಿತ್ರವನ್ನು ಪರೀಕ್ಷಿಸಿದಾಗ, ಕೆಲವು ದಿಕ್ಕುಗಳಲ್ಲಿ ಮಾತ್ರ ಎಕ್ಸ್‌ರೇಯು ಬಂದಿರುವುದೆಂದೂ, ಮತ್ತೆ ಕೆಲವು ದಿಕ್ಕುಗಳಲ್ಲಿ ಅವುಗಳು ನಷ್ಟವಾಗಿರುವುವೆಂದೂ ತಿಳಿಯುವುದು. ಇವರ ಕಾರಣವನ್ನು ಮುಂದೆ ತಿಳಿಸಿದೆ.



ಈ ಚಿತ್ರಕ್ಕೂ ಒಂದುತರದ ಭಾಷೆಯಿರುವುದು. ಅದನ್ನು ತಿಳಿದವರಿಗೆ ಈ ಚಿತ್ರವು ಹರಳಿನ ರಚನೆಯನ್ನು ಬಿಚ್ಚಿ ತೋರಿಸಬಲ್ಲುದು. ಅದನ್ನು ತಿಳಿಯುವುದುಮಾತ್ರ—ವಸ್ತುಗಳನ್ನು ಸೂಕ್ಷ್ಮದರ್ಶಕ ಯಂತ್ರಗಳಲ್ಲಿ ಕಂಡಷ್ಟು ಸುಲಭವಲ್ಲ. ನಾವು ಉಪಯೋಗಿಸಿದ ಎಕ್ಸ್‌ರೇಯ ತರಂಗಮಾನವು ತಿಳಿದಿದ್ದರೆ, ಹರಳಿನ ಪಙ್ತಿಗಳೊಳಗಿರುವ ಅಂತರವು ತಿಳಿದುಬರುವುದು. ಮಾತ್ರವಲ್ಲದೆ ಪ್ರಪಂಚದಲ್ಲಿ ಒಟ್ಟಿಗಿರುವ 230 ಜಾತಿಯ ಹರಳುಗಳಲ್ಲಿ ಇದು ಯಾವಜಾತಿಗೆ ಸೇರುವುದೆಂದೂ ನಿಶ್ಚಯಿಸಬಹುದು. ಈ ವಿಷಯದಲ್ಲಿ ಡಬ್ಲ್ಯೂ. ಎಚ್. ಬ್ರೇಗ್ಗ್ ಮತ್ತು ಡಬ್ಲ್ಯೂ. ಎಲ್. ಬ್ರೇಗ್ಗ್ ಎಂಬ ತಂದೆಮಕ್ಕಳು ಬಹಳ ಶೋಧನೆಗಳನ್ನು ಮಾಡುತ್ತಿರುವರು. ಇವರು ನಿರ್ಮಿಸಿದ ಎಕ್ಸ್‌ರೇ ಸ್ಪೆಕ್ಟ್ರೋಮೀಟರನ್ನು ಮುಂದೆ ವಿವರಿಸುವೆವು. ಆದರೆ ಎಲ್ಲಾ ವಸ್ತುಗಳ ಹರಳುಗಳೂ ದೊಡ್ಡದಾಗಿ ಸಿಕ್ಕಲಾರವು. ಆದುದರಿಂದ ದೊಡ್ಡ ಒಂದೇ ಹರಳಿನ ಬದಲಾಗಿ ಅದರ ಪುಡಿಯನ್ನು ಒಂದು ಗಾಜಿನ ನಳಿಗೆಯಲ್ಲಿ ಹಾಕಿಟ್ಟು, ಅದನ್ನು ಗ್ರೇಟಿಂಗನ್ನಾಗಿ ಉಪಯೋಗಿಸಬಹುದೆಂದು ಡಿಬೈ ಮತ್ತು ಶೆರರ್

(Debye and Scherrer) ಎಂಬವರಿಬ್ಬರು ಕಂಡುಹಿಡಿದರು. ಈ ಹೊಸವಿಧಾನವು ಬಹಳ ಸುಲಭವಾದುದರಿಂದ ಇದೇ ಹೆಚ್ಚು ರೂಢಿಗೆ ಬಂದಿರುವುದು. ಆ ವಸ್ತುವಿನ ಪುಡಿಗಳೇ ಚಿಕ್ಕಚಿಕ್ಕ ಹರಳಿನಂತಿದ್ದು, ಅವುಗಳಲ್ಲಿ ಕೆಲವಾದರೂ ಒಂದು ನಿಶ್ಚಿತದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲಿ ಬಿದ್ದಿರುವುವು. ಆ ಹರಳುಗಳು ಅದೇ ದಿಕ್ಕಿಗೆ ಸಂಬಂಧಪಟ್ಟ ರೇಖೆಯನ್ನು ಫೋಟೋ ಪ್ಲೇಟಿನಲ್ಲಿ ತೋರಿಸುವುವು. ಬ್ರೇಗ್ಗ ಮತ್ತು ಡಿಬೈ ಇವರ ಸ್ಪೆಕ್ಟ್ರೋಮಿಾಟರುಗಳಿಗೆ ಒಂದೇ ತರಂಗಮಾನದ ಎಕ್ಸ್‌ರೇಯ ಅವಶ್ಯವಿದೆ. ಅದಕ್ಕೆ ಮೊಲಿಬ್ಡಿನಮ್ ಎಂಬ ಲೋಹದ ಕೆ. ರೇಖೆಯನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸುತ್ತಾರೆ. ಅದರ ತರಂಗಮಾನವು ·712 ಆ. ಮಾನವು. ಇದಕ್ಕಿಂತಲೂ ಉದ್ದವಾದ ತರಂಗಮಾನದ ಎಕ್ಸ್‌ರೇಯು ಬೇಕಾದರೆ, ತಾಮ್ರದಿಂದ ದೊರೆಯುವ ಕೆ. ರೇಖೆ (1.54 ಆ. ಮಾ.) ಯನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸುವರು.

ಎರಡು ಧಾತುಗಳು ಸೇರಿದ ಒಂದು ಘನಚೌಕ ಸಂಯುಕ್ತದ ಹರಳಿನ ಚಿತ್ರವನ್ನು ಈ ಕೆಳಗೆ ಕಾಣಿಸಿರುವೆವು. ಎರಡು ಧಾತುಗಳ ಪರಮಾಣುಗಳು ಬೇರೆಬೇರೆಯಾಗಿ ತಿಳಿಯುವಂತೆ ತೋರಿಸಿರುವೆವು.



ಉಪ್ಪಿನ ಹರಳು.

ಎಕ್ಸ್‌ರೇಯ ವಿಕೃತಿಯು, ಹರಳಿನೊಳಗಿರುವ ಪರಮಾಣುವಿನ ತೂಕದಮೇಲೆ ಹೊಂದಿಕೊಂಡಿರುವುದೇಹೊರತು, ಅದರ ಸ್ವಭಾವದ

ಮೇಲಲ್ಲ. ಪೊಟೇಷಿಯಮ್ ಕ್ಲೋರೈಡಿನಲ್ಲಿ ಪೊಟೇಷಿಯಮಿನ ಪರಮಾಣುತೂಕವು 39.1, ಕ್ಲೋರಿನ್ನಿನ ಪರಮಾಣುತೂಕವು 35.5; ಇವೆರಡೂ ಸ್ವಲ್ಪ ಹೆಚ್ಚುಕಡಿಮೆ ಸಮಾನವಾಗಿರುವುದರಿಂದಲೂ, ಕಪ್ಪಾದ ಮತ್ತು ಬಿಳುಪಾದ ಎಲ್ಲಾ ಪರಮಾಣುಗಳೂ ಒಂದೇತರದಲ್ಲಿ ವರ್ತಿಸುವುದರಿಂದಲೂ ಆದರ ಹರಳು ಘನಚೌಕದಲ್ಲಿ ಮೊದಲಿನ ವರ್ಗಕ್ಕೆ ಸೇರುವುದು. ಪೊಟೇಷಿಯಮ್ ಬ್ರೋಮೈಡ್ ಮತ್ತು ಅಯಡೈಡಿನಲ್ಲಿ ಪೊಟೇಷಿಯಮಿನ ಪರಮಾಣುತೂಕವು 39.1, ಆದರೂ ಬ್ರೋಮಿನ್ ಮತ್ತು ಅಯೊಡಿನ್ ಇವುಗಳ ಪರಮಾಣು ತೂಕಗಳು 80 ಮತ್ತು 127 ಆಗಿರುವುದರಿಂದ, ಪೊಟೇಷಿಯಮಿಗಿಂತಲೂ ಬ್ರೋಮಿನ್ ಮತ್ತು ಅಯೋಡಿನುಗಳೇ ಮುಖ್ಯವಾಗಿರುವುವು. ಚಿತ್ರದಲ್ಲಿ ಕಾಣಿಸಿದಂತೆ, ಕಪ್ಪುಗುರುತಿನ ಪರಮಾಣುಗಳೇ ಎಕ್ಸ್‌ರೇ ವಿಕೃತಿಗೆ ಮುಖ್ಯಕಾರಣವಾಗಿರುವುದರಿಂದ, ಈ ಹರಳು ಮೂರನೇ ಮಾದರಿಯಂತಿರುವುದು.

ಸರ್ವಸಾಧಾರಣವಾಗಿ ಎಲ್ಲಾ ಲೋಹಗಳೂ, ಸಂಯುಕ್ತಗಳೂ ಹರಳುಗಳಾಗಿಯೇ ಇರುವುವೆಂದು ಹೇಳಿರುವೆವಷ್ಟೆ! ಅವುಗಳ ರಚನೆಯನ್ನು ತಿಳಿದುಕೊಳ್ಳುವುದಕ್ಕೆ ನಮಗೆ ಸಾಧ್ಯವಿದೆ. ಹರಳಿನ ರಚನೆಯನ್ನು ತಿಳಿದುದರಿಂದ ಆ ವಸ್ತುವಿನ ಲಕ್ಷಣವನ್ನೂ, ಅದರ ನಿಜವಾದ ಗುಣವನ್ನೂ ಚೆನ್ನಾಗಿ ವಿವರಿಸುವುದಕ್ಕೆ ಸಾಧ್ಯವಾಗುವುದು. ಉಕ್ಕಿಗಿರುವ ಬಲವನ್ನೂ, ಗಡಿಯಾರದ ಸ್ಪ್ರಿಂಗಿನ ಮತ್ತು ಪಾರಫಿನ್ (Paraffin) ಗ್ರಾಫೈಟ್ (Graphite) ಎಂಬಿವುಗಳಿಗಿರುವ ಕೀಲೆಣ್ಣೆಯ ಗುಣವನ್ನೂ, ರಬ್ಬರಿನ ಸ್ಥಿತಿಸ್ಥಾಪಕತ್ವವನ್ನೂ, ಲೋಹಗಳಲ್ಲಿ ಕಂಡುಬರುವ ವಿದ್ಯುದ್ವಾಹಕತ್ವವನ್ನೂ. ಇನ್ನೂ ಬೇರೆ ಅನೇಕ ಸಂಗತಿಗಳನ್ನೂ ಆಯಾ ವಸ್ತುಗಳ ರಚನೆಯಮೇಲಿಂದ ತಿಳಿಯಬಹುದು. ಈ ತರದ ಶೋಧನೆಯು ಮೇಲೆ ವಿವರಿಸಿದ ರೀತಿಯಿಂದಲ್ಲದೆ ಬೇರೆ ಯಾವ ರಸಾಯನಿಕ ಪ್ರಯೋಗಗಳಿಂದಲೂ ಸಾಧ್ಯವಾಗಲಾರದು.

ಗ್ರಾಫೈಟ್ ಮತ್ತು ವಜ್ರ—ಇವು ಅಂಗಾರದ ರೂಪಾಂತರಗಳೇ (Allotropic modification) ಹೊರತು ಬೇರೆ ವಸ್ತುವಲ್ಲ. ಆದರೆ, ಅಂಗಾರಕ್ಕೂ, ಗ್ರಾಫೈಟಿಗೂ, ವಜ್ರಕ್ಕೂ, ಗುಣದಲ್ಲಿ ತುಂಬ ವ್ಯತ್ಯಾಸವಿರುವುದು. ಗ್ರಾಫೈಟ್ ಎಂಬುದು ಬಹಳ ನಯವಾಗಿದ್ದು ಮುಟ್ಟುವುದಕ್ಕೆ ನುಣುಪಾಗಿರುವುದು. ವಜ್ರವು ಬಹಳ ಶುಭ್ರವಾಗಿದ್ದು ತುಂಬ ಗಟ್ಟಿಯಾಗಿರುವುದು. ಇದಕ್ಕೆ ಇವುಗಳ ಹರಳಿನ ರಚನೆಯೇ ಕಾರಣ. ವಜ್ರದ ಹರಳು ನಾಲ್ಕುಮುಖದ ಗೋಪುರದಂತೆ (Four-faced Pyramid) ಇರುವುದು. ಅದರ ಪರಮಾಣು ಪಙ್ತಿಗಳಿಗಿರುವದೂರವು 1.54 ಅ. ಮಾನದಷ್ಟು ಬಹಳ ಕಡಿಮೆಯಾಗಿರುವುದರಿಂದ, ಅದು ಬಹಳ ಗಟ್ಟಿಯಾಗಿರುವುದು. ಆದರೆ ಗ್ರಾಫೈಟು ಪದರಪದರಗಳಾಗಿರುವುದು. ಅದರ ಒಂದು ಪದರಕ್ಕೂ ಇನ್ನೊಂದು ಪದರಕ್ಕೂ ದೂರವು ಬಹಳ ಹೆಚ್ಚಿರುವುದರಿಂದ, ಒಂದಕ್ಕೊಂದಕ್ಕೆ ಹೆಚ್ಚಿನ ಬಂಧನವಿರುವುದಿಲ್ಲ. ಆದುದರಿಂದಲೇ ಗ್ರಾಫೈಟನ್ನು ಬರೆಯುವುದಕ್ಕೆ ಉಪಯೋಗಿಸುವಾಗ, ಅದರ ಪದರಗಳು ಸುಲಭವಾಗಿ ಜಾರಿ ಕಾಗದಕ್ಕೆ ಅಂಟುವುವು. ಗ್ರಾಫೈಟು ಕೀಲೆಣ್ಣೆಯಾಗಿ (Lubricating oil) ಯಂತ್ರಗಳಿಗೆ ಉಪಯುಕ್ತವಾಗಿರುವುದು. ಈ ಗುಣದಿಂದಲೇ, ಕೀಲೆಣ್ಣೆಗೆ ಉಪಯೋಗಿಸುವ ಪಾರಫಿನ್ ಪದಾರ್ಥಗಳಲ್ಲಿ, ಅಣುಗಳು ಒಂದಕ್ಕೊಂದು ಸರಪಣಿಯಂತೆ ಕೂಡಿರುತ್ತವೆ. ಈ ಸರಪಣಿಯ ಒಂದು ತುದಿಯು ಲೋಹದ ಸರಳಿಗೆ ಅಂಟಿ ಹಿಡಿದು, ಮತ್ತೊಂದು ತುದಿಯು ಬೇರೆ ಇಂತಹ ಸರಪಣಿಗಳಮೇಲೆ ಜಾರಿಕೊಂಡೇ ಹೋಗುವುದು.

ಎಷ್ಟೋ ಸಂಯುಕ್ತಗಳ ಹರಳಿನ ರಚನೆಯನ್ನು ರಸಾಯನ ಶಾಸ್ತ್ರದ ಆಧಾರದಮೇಲೆಯೇ ನಿಶ್ಚಯಿಸುವುದಕ್ಕೆ ಆಗುವುದಿಲ್ಲ. ಅಂತಹ ವಸ್ತುಗಳ ರಚನೆಯನ್ನು ಎಕ್ಸ್‌ರೇಯ ಸಹಾಯದಿಂದ ಸುಲಭವಾಗಿ ಕಂಡುಹಿಡಿಯಬಹುದು. ಈ ವಿಧಾನವನ್ನು ಸ್ವೀಡನ್ನಿನ ಡಾಕ್ಟರ್ ಆರ್ನಿ ವೆಸ್ಟ್‌ಗ್ರಿನ್ (Dr. Arni Westgrin) ಎಂಬಾತನು ಲೋಹಶಾಸ್ತ್ರ ವಿಚಾರದಲ್ಲಿ (Metallurgy) ಬಹಳವಾಗಿ

ಉಪಯೋಗಿಸಿರುವನು. ಕಬ್ಬಿಣದ ಹರಳು ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ಘನ ಚಚ್ಚೌಕದ ಎರಡನೇ ಮಾದರಿಗೆ ಸೇರಿದ್ದಾದರೂ, ಅದನ್ನು ಸಾವಿರ ಡಿಗ್ರಿಯವರೆಗೆ ಬಿಸಿಮಾಡಿದರೆ, ಅದು ಘನಚಚ್ಚೌಕದ ಮೂರನೇ ಮಾದರಿಯನ್ನು ತಾಳುವುದು. ಈ ವಿಷಯವನ್ನು ಬೇರೆ ಯಾವ ಪ್ರಯೋಗದಿಂದಲೂ ತಿಳಿಯಲಿಕ್ಕೆ ಬರುವುದಿಲ್ಲ. ಇದನ್ನು ತಿಳಿಯುವುದರಿಂದ ಇಂಜನಿಯರ್ ಕೆಲಸಗಳಿಗೆ ಬಹಳ ಉಪಯೋಗವಿರುವುದು.

ಒಂದು ಲೋಹದ ತಗಡಿನಲ್ಲಿ ಹರಳುಗಳು ಯಾವರೀತಿಯಲ್ಲಿ ಮಾಲಿಕೊಂಡಿರುವುವೆಂಬುದನ್ನು ತಿಳಿದು ಆ ತಗಡಿನ ಸಾಮರ್ಥ್ಯವನ್ನು ನಿಶ್ಚಯಿಸಬಹುದು. ಒಂದು ಮರದ ಹಲಗೆಯಲ್ಲಿ ಅದರ ನಾರುಗಳು ಉದ್ದವಾಗಿ ಒಮ್ಮುಖದಲ್ಲಿಯೇ ಇದ್ದರೆ, ಆ ಪ್ರೈಯಲ್ಲಿ ಮರಕ್ಕೆ ಶಕ್ತಿ ಕಡಿಮೆ. ಆ ಮರದ ಹಲಗೆಯನ್ನು ಆ ನಾರಿನ ಕಡೆಗೆ ಉದ್ದಕ್ಕೂ ಸುಲಭವಾಗಿ ಮುರಿಯಬಹುದು. ಅದೇ ಹಲಗೆಯನ್ನು ಆ ನಾರಿನ ಅಡ್ಡಕ್ಕೆ ಮುರಿಯಬೇಕಾದರೆ ತುಂಬ ಶಕ್ತಿಬೇಕು. ಅದರಂತೆ ರೋಲರುಗಳ ಸಹಾಯದಿಂದ ಲೋಹದ ತಗಡುಗಳನ್ನು ತಯಾರಿಸುವಾಗ, ರೋಲರಿನ ಭಾರದಿಂದ ಆ ಲೋಹದ ಎಲ್ಲಾ ಹರಳುಗಳೂ ಸಾಲಾಗಿ ಬರುವುವು. ಇದರಿಂದಾಗಿ ತಗಡಿಗೆ ಆ ಸಾಲಿನಲ್ಲಿ ಬಲ ಕಡಿಮೆ. ಈ ಸಂಗತಿಯು ಕಣ್ಣಿಗಾಗಲಿ, ಸೂಕ್ಷ್ಮದರ್ಶಕಕ್ಕಾಗಲಿ ಗೋಚರವಾಗಲಾರದು. ಆದರೆ ಈ ತಗಡುಗಳನ್ನು ಸ್ವಲ್ಪ ಬಿಸಿ ಮಾಡಿದರೆ, ಈ ಹರಳುಗಳು ಸಾಲಾಗಿರದೆ ಬೇರೆಬೇರೆ ದಿಕ್ಕುಗಳಿಗೆ ಚಾಚಿ, ತಗಡಿನ ಎಲ್ಲಾ ದಿಕ್ಕುಗಳಲ್ಲಿಯೂ ಒಂದೇ ಸಮವಾದ ಶಕ್ತಿಯನ್ನು ಕೊಡುವುವು. ಈ ವಿಧಾನವು ಪೂರ್ವದಿಂದಲೂ ತಿಳಿದು ಬಂದಿರುವುದಾದರೂ ಅದರ ಕಾರಣವು ಈವರೆಗೂ ತಿಳಿದಿರುವುದಿಲ್ಲ.

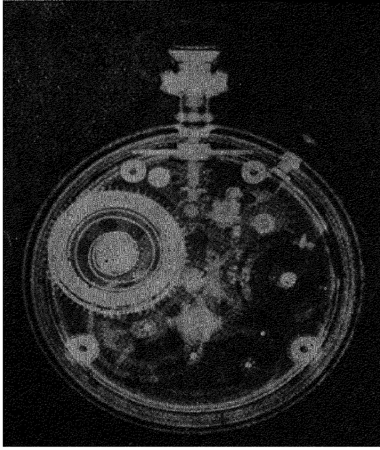
ಈಗೀಗ ಎಲ್ಲಾ ಕೈಗಾರಿಕೆಗಳಲ್ಲಿಯೂ ಶುದ್ಧಲೋಹದ ಬದಲಾಗಿ ಮಿಶ್ರಲೋಹಗಳನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸುವರು. ಉಕ್ಕು, ಹಿತ್ತಾಳೆ, ಕಂಚು ಮೊದಲಾದವುಗಳೆಲ್ಲಾ ಮಿಶ್ರಲೋಹಗಳು. ಪ್ರತಿಯೊಂದು ಮಿಶ್ರಲೋಹದಲ್ಲಿಯೂ, ಅದರಲ್ಲಿರುವ ಶುದ್ಧ ಲೋಹಗಳಿಗಿಂತ ಭಿನ್ನವಾದ ಲಕ್ಷಣ, ಸ್ವಭಾವಗಳಿವೆ. ಇವೆಲ್ಲಕ್ಕೂ ಆ ಮಿಶ್ರಲೋಹದ

ಹರಳಿನ ರಚನೆಯೇ ಕಾರಣ. ಅಂತಹ ರಚನೆಯನ್ನು ಎಕ್ಸ್‌ರೇ ಸಹಾಯದಿಂದ ಕಂಡುಹಿಡಿಯುವುದರಿಂದ ಬಹಳ ಉಪಯೋಗವಿರುವುದು.

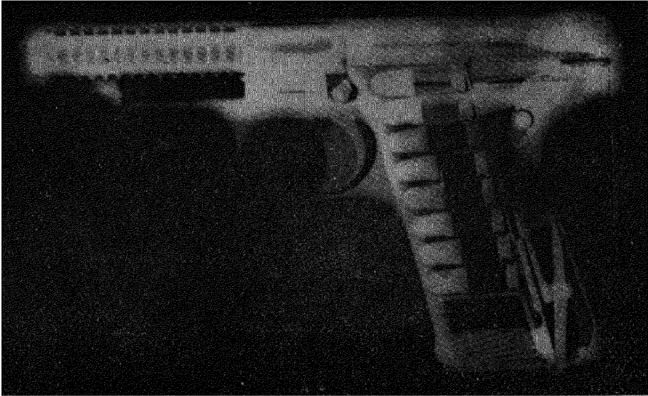
ಬೆನ್ಸೀನ್ (Benzine) ಆಲ್ಕೊಹಾಲ್ (Alcohol) ಮೊದಲಾದ ಸಚೇತನ (organic) ಸಂಯುಕ್ತಗಳುಂಟಾಗಬೇಕಾದರೆ, ಜಲಜನಕ, ಅಂಗಾರ ಮತ್ತು ಆಮ್ಲಜನಕ ಇವುಗಳ ಪರಮಾಣುಗಳು ಯಾವಯಾವ ರೀತಿಯಲ್ಲಿ ಸೇರಿರುವುವೆಂದು ಎಕ್ಸ್‌ರೇ ಚಿತ್ರದಿಂದ ತಿಳಿದುಕೊಳ್ಳಬಹುದು.

ಎಕ್ಸ್‌ರೇಯಿಂದ ಹರಳಿನ ರಚನೆಯನ್ನು ಮಾತ್ರವಲ್ಲದೆ, ಬೇರೆ ಎಷ್ಟೋ ಸಂಗತಿಗಳನ್ನೂ ತಿಳಿದುಕೊಳ್ಳಬಹುದು. ಕೆಲವು ಉಕ್ಕಿನ ತಗಡುಗಳನ್ನು ಎಕ್ಸ್‌ರೇಮೂಲಕ ಪರೀಕ್ಷಿಸಿದರೆ, ಅವುಗಳ ಕಣಗಳ ಗಾತ್ರವನ್ನೂ (grain size) ಮತ್ತು ಕಣಗಳ ಮಾಲುವಿಕೆಯನ್ನೂ (grain orientation) ತಿಳಿದುಕೊಳ್ಳಬಹುದು. ತಗಡುಗಳ ಶಕ್ತಿಯು ಇವುಗಳಮೇಲೂ ಹೊಂದಿಕೊಂಡಿರುವುದು.

ಎಕ್ಸ್‌ರೇ ಸಹಾಯದಿಂದ ಕಣಗಳ ಗಾತ್ರವನ್ನು ನಿರ್ಣಯಿಸುವುದು ಹೇಗೆ? ಯಾವುದಾದರೊಂದು ಲೋಹದ ತಗಡಿನಲ್ಲಿ ಒಂದೊಂದು ಕಣದ ಅಕ್ಷವು ಸಾಧಾರಣ $\frac{1}{100,000}$ ಸೆ. ಮಿ. ಆದರೆ, ಆ ತಗಡಿನಿಂದ ವಿಕೃತಿಗೊಂಡ ಎಕ್ಸ್‌ರೇ ಚಿತ್ರದಲ್ಲಿ, ವೃತ್ತಾಕಾರವಾದ ಮತ್ತು ಅವಿಚ್ಛಿನ್ನವಾದ ಅನೇಕ ಗೆರೆಗಳು ತೋರುವವು. ತಗಡುಗಳಲ್ಲಿರುವ ಕಣಗಳ ಗಾತ್ರವು ಇದಕ್ಕಿಂತಲೂ ಹೆಚ್ಚಾದರೆ, ಅದರ ಎಕ್ಸ್‌ರೇ ಚಿತ್ರದಲ್ಲಿ, ಅವಿಚ್ಛಿನ್ನವಾದ ಗೆರೆಗಳಮೇಲೆ ಅಲ್ಲಲ್ಲಿ ಬೊಟ್ಟುಗಳು ಕಂಡುಬರುವುವು. ಅದರ ಕಣಗಳಗಾತ್ರವು ಇನ್ನೂ ಹೆಚ್ಚಿದಂತೆ, ಈ ಬೊಟ್ಟುಗಳ ಸಾಂದ್ರತೆಯೂ, ವಿಶಾಲತೆಯೂ, ಅಧಿಕವಾಗುವುವು. ಇಂತಹ ಕಣಗಳ ಗಾತ್ರವು $\frac{1}{100,000}$ ಸೆ. ಮಿ. ಗಿಂತಲೂ ಕಮ್ಮಿಯಾಗುತ್ತ ಹೋದಂತೆ, ಅದರ ವಿಕೃತಿಯ ಚಿತ್ರದಲ್ಲಿ ಕಂಡುಬರುವ ಗೆರೆಗಳು ಅಗಲವಾಗುತ್ತ

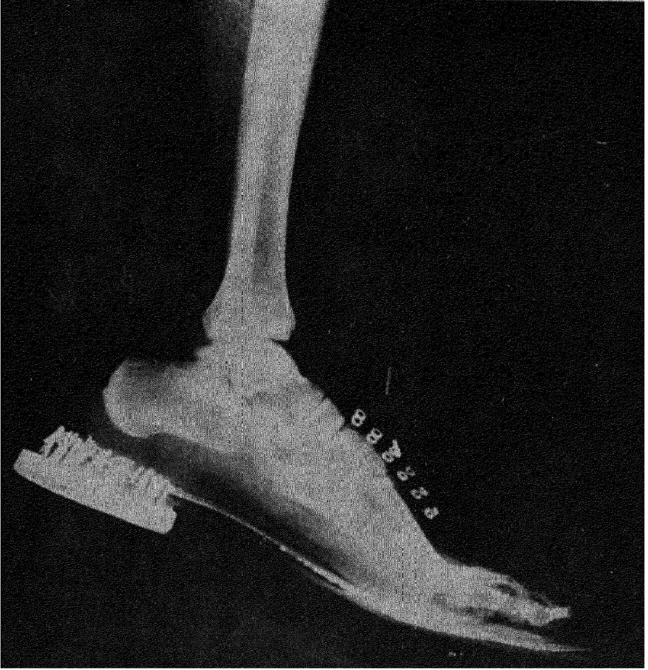


ವಾಚಿನ ಎಕ್ಸ್‌ರೇ ಚಿತ್ರ.



ಬಂದೂಕಿನ ಎಕ್ಸ್‌ರೇ ಚಿತ್ರ.

ಬೂಟ್ಸು ಮತ್ತು ಪಾದದ ಎಕ್ಸರೇ ಚಿತ್ರ.



ಬೂಟ್ಸು ಮತ್ತು ಪಾದದ ಎಕ್ಸರೇ ಚಿತ್ರ.

ಹೋಗುವುವು. ಇಂತಹ ಗೆರೆಗಳ ಅಗಲವನ್ನು ಅಳೆದು ಕಣಗಳ ಗಾತ್ರವನ್ನು ಬಹಳ ಸುಲಭವಾಗಿ ತಿಳಿದುಕೊಳ್ಳಬಹುದು.

ಕಬ್ಬಿಣ ಮೊದಲಾದ ವಸ್ತುಗಳಿಂದ ಸಾಮುಗ್ರಿಗಳನ್ನು ತಯಾರಿಸ ಬೇಕಾದರೆ, ಕೆಲವುಸಾರಿ ಅವುಗಳನ್ನು ಸರಿಗೆಯ ರೂಪಕ್ಕೆ ಎಳೆಯ ಬೇಕಾಗುವುದು. ಇಲ್ಲವೇ ಬಡಿದು ತಗಡುಗಳಂತೆ ಮಾಡಬೇಕಾಗು ವುದು. ಕೆಲವುಸಾರಿ ಸುರುಳಿಯಂತೆ ಸುತ್ತಬೇಕಾಗುವುದು. ಇವೆಲ್ಲಾ ಪ್ರಯೋಗಗಳನ್ನೂ ಆ ಲೋಹದಮೇಲೆ ನಡೆಸಿದಾಗ, ಅದರ ಯಾವು ದಾದರೊಂದು ಬದಿಯಲ್ಲಿ ಹೆಚ್ಚಿನ ವಿಕಾರವುಂಟಾಗಿ, ಅದರ ಬಲವು ಕುಗ್ಗುವ ಸಂಭವವಿದೆ. ಏಕೆಂದರೆ ಬಡಿಯುವುದು, ಹೊಡೆಯುವುದು, ಎಳೆಯುವುದು ಇವೇ ಮೊದಲಾದ ಎಲ್ಲಾ ಬಲಾತ್ಕಾರದ ಪೀಡನೆಗ ಳಿಂದ, ಆ ಲೋಹದ ಚಿಕ್ಕಚಿಕ್ಕ ಹರಳುಗಳ ಸ್ಥಾನಗಳು ಬದಲಾವಣೆ ಯಾಗುವುದು ಮಾತ್ರವಲ್ಲದೆ, ಒಂದೊಂದು ಚಿಕ್ಕಹರಳಿನ ರಚನೆಯಲ್ಲಿ ಯೇ ವಿಕಾರವುಂಟಾಗಲೂಬಹುದು. ಒಂದುತುಂಡು ಲೋಹದಿಂದ ತಂತಿಯನ್ನು ಎಳೆದರೆ, ಅದರ ಎಲ್ಲಾ ಹರಳುಗಳೂ ತಂತಿಯ ಉದ್ದಕ್ಕೂ ಸಾಲಾಗಿ ನೀಟುವುವು. ಅಲ್ಲದೆ ಒಂದು ಚಿಕ್ಕ ಹರಳಿನ ಒಳಗೂ ಆ ಸಾಲಿನಲ್ಲಿ ವಿಕಾರವುಂಟಾಗುವುದು. ಆದುದರಿಂದಲೇ ತಂತಿಯ ಒಂದು ತುದಿಯನ್ನು ಗಟ್ಟಿಯಾಗಿ ಹಿಡಿದುಕೊಂಡು, ಅದರ ಇನ್ನೊಂದು ತುದಿ ಯನ್ನು ಬಲವಾಗಿ ಎಳೆಯುತ್ತಾಹೋದರೆ, ತಂತಿಯು ಕ್ರಮೇಣ ಉದ್ದ ವಾಗುತ್ತ ಹೋಗಿ, ಅದರ ಸ್ಥಿತಿಸ್ಥಾಪಕತೆ (Elasticity) ಯೂ ನಷ್ಟವಾಗಿ, ಕೊನೆಗೆ ತಂತಿಯು ಕಿತ್ತುಹೋಗುವುದು. ಇಂತಹ ತಂತಿಗಳ ಎಕ್ಸ್‌ರೇ ಚಿತ್ರವನ್ನು ತೆಗೆದು ಅದರ ಎಲ್ಲಾ ಸ್ಥಿತಿಯನ್ನೂ ತಿಳಿದುಕೊಳ್ಳಬಹುದು.

ಯಾವುದಾದರೊಂದು ತೆಳ್ಳಗಿರುವ ತಗಡಿನ ವಿಕೃತಿ ಚಿತ್ರವನ್ನು ತೆಗೆದರೆ, ಅದರಲ್ಲಿ ಮೂರು ನಾಲ್ಕು ಸಮಕೇಂದ್ರ ವೃತ್ತಗಳು ಕಂಡು ಬರುವವು. ಅಲ್ಲದೆ, ಈ ವೃತ್ತಗಳ ಪರಿಧಿಯಲ್ಲಿ ಅಲ್ಲಲ್ಲಿ ಚುಕ್ಕೆಗಳೂ ಕಾಣುವುವು. ಇಂತಹ ತಗಡಿನ ಹರಳುಗಳು ವಿಕಾರಗೊಂಡಿದ್ದರೆ

ಚಿಕ್ಕ ಚಿಕ್ಕ, ಗುಂಡಾದ ಚುಕ್ಕೆಗಳಬದಲಾಗಿ, ಅಲ್ಲಿ ಉದ್ದವಾದ, ಕೇಂದ್ರದ ಕಡೆಗೆ ಅಭಿಮುಖವಾಗಿರುವ, ಹಲವು ಗೆರೆಗಳೂ ಕಂಡುಬರುವುವು.

ಹತ್ತಿ ಅಥವಾ ಉಣ್ಣೆಯಂತೆ ನಾರುನಾರಾಗಿರುವ ವಸ್ತುಗಳ ಪರೀಕ್ಷೆಯಲ್ಲಿ ಎಕ್ಸ್‌ರೇಯು ಸಹಾಯಕವಾಗುವುದು. ಹತ್ತಿಯನೂಲು, ತಲೆಕೂದಲು, ಗರಿ, ನಾರು ಈ ಎಲ್ಲಾ ಪದಾರ್ಥಗಳೂ ಮೂಲದಲ್ಲಿ ಹರಳುಹರಳಾಗಿಯೇ ಇರುವುವೆಂದು ಈ ಮೊದಲೇ ತಿಳಿಸಿರುವೆವಷ್ಟೆ! ಹೀಗೆ ಉದ್ದುದ್ದವಾದ ನಾರುಗಳುಂಟಾಗಬೇಕಾದರೆ, ಆ ಸಂಯುಕ್ತದ ಅಣುಗಳು ಸರಪಣಿಯಂತೆ ಒಂದಕ್ಕೊಂದು ತಗುಲಿಕೊಂಡೇ ಹೋಗಿರಬೇಕು. ಇವುಗಳ ಒಂದೊಂದು ಅಣುವೂ 100 ಆ. ಮಾ ಉದ್ದವಿರುವುದೂ ಉಂಟು. ಇಂತಹ ಉದ್ದವಾದ ಅಣುಗಳ ಸರಪಣಿಗಳು ಒಟ್ಟೊಟ್ಟಿಗೆ ಸೇರಿ ನೂಲು ಅಥವಾ ಕೂದಲಾಗುವುದು. ಈ ರೀತಿಯ ಪರಿಶೋಧನೆಗಳಿಂದಲೇ ಬಹಳ ಉತ್ತಮತರದ ಸಿಲ್ಕಿನ ನೂಲನ್ನು ಈಗ ತಯಾರಿಸುವರು.

ರಬ್ಬರನ್ನು ಈಗ ಸಾವಿರಾರು ಕೆಲಸಗಳಿಗೆ ಉಪಯೋಗಿಸುತ್ತಾರೆ. ಇದು ರಬ್ಬರಿನ ಮರದಲ್ಲಿ ಸಿಕ್ಕುವ ಒಂದುತರದ ಅಂಟಿನ ವಸ್ತು. ಇದನ್ನು ಕೇವಲ ಸಂಯುಕ್ತಗಳ ಮಿಶ್ರಣದಿಂದಲೇ ಪ್ರಯೋಗಶಾಲೆಗಳಲ್ಲಿ ತಯಾರಿಸಬೇಕೆಂದು ಜರ್ಮನಿಯಲ್ಲಿ ವೈಜ್ಞಾನಿಕರು ಬಹಳ ಪ್ರಯತ್ನಪಡುತಿದ್ದರು. ರಬ್ಬರಿನ ರಚನೆಯನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಬೇಕೆಂದು ಸುಮಾರು ಹತ್ತುವರ್ಷಗಳವರೆಗೆ ರಸಾಯನಿಕರು ಮಾಡಿದ ಪ್ರಯತ್ನಗಳೆಲ್ಲವೂ ನಿಷ್ಫಲವಾದವು. ಕೊನೆಗೆ ರಬ್ಬರಿನ ಚೂರನ್ನು ಇಕ್ಕಡೆಯಲ್ಲೂ ಎಳೆದು, ಅದರ ಎಕ್ಸ್‌ರೇ ವಿಕೃತಿ ಚಿತ್ರವನ್ನು ತೆಗೆದುದರಿಂದ ಅದರ ರಚನೆಯು ತಿಳಿಯಿತು. ಅದರಿಂದ 'ಡುಪ್ರೀನ್' ಎಂಬ ವಸ್ತುವನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸಿಯೇ ರಬ್ಬರನ್ನು ತಯಾರಿಸಬೇಕೆಂದು ತಿಳಿಯಿತು.

ಆಸ್ಟ್‌ಬರಿ (Astbury) ಎಂಬಾತನು, ಮೊದಲು ಕೂದಲಿನ ಎಕ್ಸ್‌ರೇ ಚಿತ್ರವನ್ನು ತೆಗೆದನು. ಆಮೇಲೆ ಅದೇ ಕೂದಲನ್ನು ಎಳೆದು

ಹಿಡಿದು ಇನ್ನೊಂದು ಚಿತ್ರವನ್ನು ತೆಗೆದನು. ಕೂದಲನ್ನು ಇನ್ನೂ ಎಳೆದಾಗ, ಅದರ ಅಣುಗಳ ರಚನೆಯಲ್ಲಿ ಉಂಟಾದ ವ್ಯತ್ಯಾಸವನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿದನು. ಇದರಿಂದ ತಲೆಯಕೂದಲನ್ನು ಅಲೆಗಳಂತೆಯೇ ಗುಂಗುರುಗುಂಗುರಾಗಿ ತೋರುವಂತೆ ಮಾಡುವ ವಿಧಾನವನ್ನು ತಿಳಿಸಿದನು. ಕೂದಲಿನಲ್ಲಿ 'ಪ್ರೋಟೀನ್' (Protein) ಅಣುಮಾಲೆಗಳಿಂದ ಕೂಡಿದ 'ಕೇರಿಟೀನ್' (Karetein) ಎಂಬ ನಾರು ಇರುವುದಂತೆ. ನಮ್ಮ ದೇಹದೊಳಗೆ 'ಟಿಷ್ಯೂ' (Tissue) ಎಂಬ ನಾರಿನ ವಸ್ತುವಿದೆ. ರೋಗಗ್ರಸ್ತವಾದ ಟಿಷ್ಯೂಗಳ ಮತ್ತು ಆರೋಗ್ಯದಿಂದಿರುವ ಟಿಷ್ಯೂಗಳ ಎಕ್ಸ್‌ರೇ ಚಿತ್ರಗಳನ್ನು ತೆಗೆದು ಅವೆರಡರೊಳಗಿರುವ ರಚನೆಯ ವ್ಯತ್ಯಾಸಗಳನ್ನು ತಿಳಿದು, ರೋಗಗಳನ್ನು ಗುಣಪಡಿಸುವ ವಿಧಾನವನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿದಿರುವರು.

ಹರಳುಗಳಂತೆಯೇ ಎಲ್ಲಾ ದ್ರವಗಳೂ ಎಕ್ಸ್‌ರೇ ವಿಕೃತಿ ಚಿತ್ರವನ್ನು ಕೊಡುವುವೆಂದು ಕೇಳಿ ನೀವು ಆಶ್ಚರ್ಯಪಡಬಹುದು. ದ್ರವದ ಅಣುಗಳಲ್ಲಿಯೂ ಹರಳಿನಲ್ಲಿರುವಂತೆ ಒಂದು ವ್ಯವಸ್ಥೆಯಿರುವುದೋ ಎಂದು ನೀವು ಕೇಳಬಹುದು. ಯಾವುದಾದರೊಂದು ದ್ರವದ ಒಂದು ಚಿಕ್ಕ ಪರಿಮಾಣದಲ್ಲಿ ಸಾವಿರಾರು ಅಣುಗಳು ಅತ್ತಿತ್ತ ಚಲಿಸಿಕೊಂಡಿದ್ದರೂ, ಅವುಗಳೂ ಒಂದು ಕ್ರಮವನ್ನನುಸರಿಸಿಯೇ ಇರುವುದರಿಂದ, ಆ ದ್ರವದಮೂಲಕ ಎಕ್ಸ್‌ರೇಯನ್ನು ಪ್ರಯೋಗಿಸಿದರೆ, ಎರಡು ಮೂರು ಸಮಕೇಂದ್ರ ವೃತ್ತಗಳ ಚಿತ್ರವು ಫೋಟೋ ಪ್ಲೇಟಿನಲ್ಲಿ ಕಾಣುವುದು. ಇಂತಹ ವೃತ್ತಗಳ ಅಕ್ಷಗಳನ್ನು ಅಳೆದು, ಆ ದ್ರವದ ಅಣುಗಳ ಗಾತ್ರವನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಬಹುದು. ಕೆಲವು ದ್ರವಗಳಲ್ಲಿ ಅವುಗಳ ಅಣುಗಳು ಗುಂಪುಗುಂಪಾಗಿ ಸೇರಿಕೊಂಡು, ಚಿಕ್ಕ ಹರಳುಗಳಂತೆಯೇ ಇರುವವು. ಬೇರೆ ಕೆಲವು ದ್ರವಗಳನ್ನು ಬಲವಾದ ವಿದ್ಯುತ್ತಿನ ಅಥವಾ ಅಯಸ್ಕಾಂತದ ಕ್ಷೇತ್ರದಲ್ಲಿಟ್ಟರೆ, ಆ ದ್ರವಗಳ ಅಣುಗಳು ಒಂದೇದಿಕ್ಕಿಗೆ ಮಾಲುವವೆಂಬ ಊಹನೆಯಿರುವುದು. ಆ ಸಂಗತಿಯನ್ನು ಎಕ್ಸ್‌ರೇ ಸಹಾಯದಿಂದ ಸುಲಭವಾಗಿ ತಿಳಿದುಕೊಳ್ಳಬಹುದು.

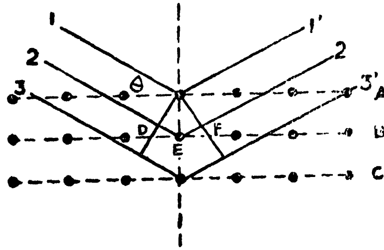
---

೮. ಎಕ್ಸ್‌ರೇಯ ಭೌತಿಕಶಾಸ್ತ್ರ.

ಹೆಚ್ಚಾಗಿ ಎಲ್ಲಾ ಸಂಯುಕ್ತಗಳೂ ಹರಳುಗಳಾಗಿಯೇ ದೊರಕುವುವು. ಇಂತಹ ಹರಳುಗಳನ್ನು ನಾವು ಪರಿಶೋಧನಾಲಯಗಳಲ್ಲಿಯೂ ತಯಾರಿಸಬಹುದು. ಒಂದೊಂದು ವಸ್ತುವಿನ ಹರಳಿಗೆ ಒಂದೊಂದು ತರದ ಆಕೃತಿಯಿದೆ. ಉದಾಹರಣೆಗಾಗಿ, ಉಪ್ಪಿನ ಹರಳು ಘನ ಚಚ್ಚೌಕ (cubic) ಆಕಾರದಲ್ಲಿದೆ. ಹೀಗೆ ಬೇರೆಬೇರೆ ಹರಳುಗಳಿಗೆ ಬೇರೆಬೇರೆ ನಿರ್ಣೀತವಾದ ಆಕೃತಿಯು ಬರಬೇಕಾದರೆ ಅವುಗಳೊಳಗಿನ ಪರಮಾಣುಗಳು ಸಾಲುಸಾಲಾಗಿ ಒಂದೇ ಕ್ರಮದಿಂದ ವ್ಯವಸ್ಥೆಗೊಂಡಿರಬೇಕು. ಇಂತಹ ಹರಳುಗಳನ್ನು ಎಕ್ಸ್‌ರೇಯ ಗ್ರೇಟಿಂಗನ್ನಾಗಿ ಫ್ರೆಡರಿಕ್ ಮತ್ತು ನಿಪ್ಪಿಂಗ್ ಎಂಬವರು ಪ್ರೊ. ಲಾವೆಯ ಹೇಳಿಕೆಯ ಮೇರೆಗೆ ಉಪಯೋಗಿಸಿದರು. ಅದು ಹೇಗೆ ಸಾಧ್ಯವಾಯಿತೆಂಬುದನ್ನು ಇಲ್ಲಿ ತಿಳಿಸುತ್ತೇವೆ.

ಯಾವುದೊಂದು ಹರಳಿನೊಳಗೂ ಪರಮಾಣುಗಳ ಬೇರೆಬೇರೆ ಪದರಗಳಿವೆ. ಎಕ್ಸ್‌ರೇಯು ಈ ಹರಳಿನ ಮೇಲೆಬಿದ್ದಾಗ, ಅದು ಕೆಲವು ಪದರಗಳನ್ನು ಹಾದು, ಪ್ರತಿಯೊಂದು ಪದರಿನಿಂದಲೂ ಪ್ರತಿಫಲಿಸುವುದು. ಹೀಗೆ ಪ್ರತಿಫಲಿಸಿದ ಎಕ್ಸ್‌ರೇ ತರಂಗಗಳು ಒಟ್ಟುಕೂಡುವುವು. ಒಂದು ತರಂಗದ ಉಬ್ಬು, ಇನ್ನೊಂದು ತರಂಗದ ತಗ್ಗು, ಇವೆರಡೂ ಕಲೆತು, ಒಂದನ್ನೊಂದು ಅಡಗಿಸಿಬಿಡುತ್ತವೆ. ಕೆಲವು ಕಡೆಗಳಲ್ಲಿ ಒಂದು ತರಂಗದ ಉಬ್ಬೂ, ಇನ್ನೊಂದುತರಂಗದ ಉಬ್ಬೂ ಕಲೆತು. ಒಂದನ್ನೊಂದು ಬಲಗೊಳಿಸುತ್ತವೆ. ಹೀಗಾಗಬೇಕಾದರೆ, ಒಂದು ತರಂಗಕ್ಕೂ, ಇನ್ನೊಂದು ತರಂಗಕ್ಕೂ ಇರುವ ಅಂತರದಲ್ಲಿ ಒಂದು ಇಲ್ಲವೇ ಹೆಚ್ಚು ಪೂರ್ಣಾಂಕದ ತರಂಗಮಾನಗಳಷ್ಟು ವ್ಯತ್ಯಾಸವಿರಬೇಕು. ಎಕ್ಸ್‌ರೇಯು ಕೆಲವು ದಿಕ್ಕಿನಿಂದಮಾತ್ರ ಹರಳಿನಮೇಲೆ ಬಿದ್ದರೆ, ಇದು ಸಾಧ್ಯವಾಗುವುದೆಂದು ಚಿತ್ರದಲ್ಲಿ ತೋರಿಸಿದೆ.

A, B, C ಇವು ಹರಳಿನ ಪರಮಾಣುವಿನ ಪದರಗಳು. ಇವುಗಳಲ್ಲಿ ಒಂದಕ್ಕೊಂದಕ್ಕಿರುವ ದೂರವು 'd'. ಎಂದು ಇಟ್ಟುಕೊಳ್ಳುವ. ಎಡಬದಿಯ 1,2,3 ಇವು ಎಕ್ಸ್‌ರೇಯ ಮೂಲ ರಶ್ಮಿಗಳು. ಬಲಗಡೆಯ 1', 2', 3' ಇವು ಹರಳಿನಿಂದ ಪ್ರತಿಫಲಿಸಿದ ರಶ್ಮಿಗಳು. D E F ಎಂಬುದು ಒಂದನೆಯ ಮತ್ತು ಎರಡನೆಯ ರಶ್ಮಿಯ ಹಾದಿಗಳಿಗಿರುವ ಅಧಿಕಾಂಶ. ಎಕ್ಸ್‌ರೇ ರಶ್ಮಿಗಳು ಪದರವನ್ನು ತಾಗುವಾಗ ಆಗುವ ಕೋನವನ್ನು ತೀಟ(θ)ಎಂದು ಕರೆಯುವ. D E ಮತ್ತು E F ಇವೆರಡರ ಉದ್ದವು 2d sin θ ಇದರಲ್ಲಿ ಪೂರ್ಣ ಅಂಕೆಯ ತರಂಗಗಳಿದ್ದರೆ, ಒಂದು ರಶ್ಮಿಯನ್ನು ಇನ್ನೊಂದು ಬಲಗೊಳಿಸುತ್ತದೆ.

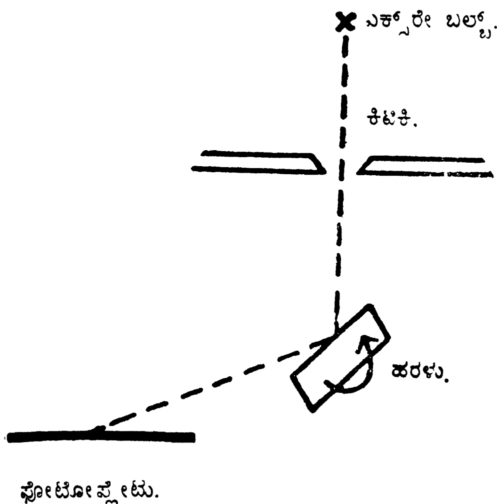


$$n\lambda = 2d \sin\theta$$

λ ಎಂದರೆ ತರಂಗಮಾನ. n ಪೂರ್ಣಾಂಕೆಯ ಸಂಖ್ಯೆ.

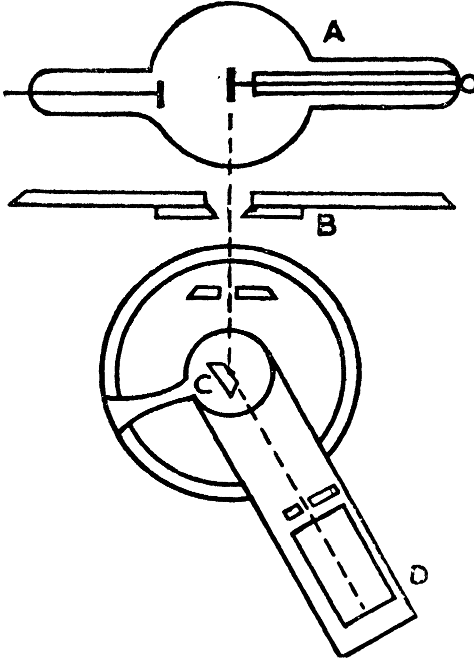
ಮೇಲಿನಸೂತ್ರದಲ್ಲ ತೀಟವನ್ನು ಬಹಳ ಸುಲಭವಾಗಿ ಕಂಡುಹಿಡಿಯಬಹುದು. λ ಮತ್ತು d ಇವೆರಡರಲ್ಲಿ ಯಾವುದಾದರೂ ಒಂದನ್ನು ತಿಳಿದರೆ, ಇನ್ನೊಂದನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಬಹುದು. 'd' ಯನ್ನು ಬೇರೆ ಯಾವ ವಿಧದಿಂದಾದರೂ ಕಂಡುಹಿಡಿದರೆ, ಅದನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸಿ, ಎಕ್ಸ್‌ರೇಯ ತರಂಗಮಾನವನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಬಹುದು. ಇಂತಹ ಸಾಧನಕ್ಕೆ ಎಕ್ಸ್‌ರೇ ವರ್ಣಮಾಪಕ (X-Ray Spectrometer) ಎಂದು ಹೆಸರು. ನಾವು ಉಪಯೋಗಿಸುವ

ಎಕ್ಸ್‌ರೇಯ ತರಂಗಮಾನವು ತಿಳಿದಿದ್ದರೆ, ಆದರಿಂದ ಹರಳುಗಳ ಪದರದ ಅಂತರ (d) ವನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಬಹುದು. ಹೀಗೆ ತಿಳಿದುದರಿಂದ, ಹರಳಿನ ರಚನಾಕ್ರಮವನ್ನೂ ಕಂಡುಹಿಡಿಯಬಹುದು. ಡಬ್ಲ್ಯು. ಎಚ್. ಬ್ರೇಗ್ಗ್ ಮತ್ತು ಡಬ್ಲ್ಯು. ಯಲ್. ಬ್ರೇಗ್ಗ್ ಎಂಬ ತಂದೆಮಕ್ಕಳು, ಇಂಗ್ಲೆಂಡಿನಲ್ಲಿ ಇದರ ವಿಷಯವಾಗಿ ಬಹಳ ಪರಿಶೋಧನೆಗಳನ್ನು ನಡೆಸುತ್ತಿದ್ದಾರೆ.



ಮೇಲೆ ಹೇಳಿದ ಸೂತ್ರದಮೇರೆಗೆ ($n\lambda = 2d \sin \theta$) ಯಾವುದಾದರೊಂದು ದಿಕ್ಕಿನಲ್ಲಿ ಒಂದೇ ತರಂಗಮಾನದ ರಶ್ಮಿಮಾತ್ರ ಪ್ರತಿಫಲಿಸುವುದು. ಹೀಗೆ ಪ್ರತಿಫಲಿಸಿದ ರಶ್ಮಿಯನ್ನು ಫೋಟೋಪ್ಲೇಟಿನಮೇಲೆ ಬೀಳುವಂತೆ ಮಾಡಿದರೆ, ಆದರಲ್ಲಿ ಒಂದು ರೇಖೆಯು ತೋರಿಬರುವುದು. ನಾವು ಹಲವು ತರಂಗಮಾನಗಳುಳ್ಳ ಮಿಶ್ರ ಎಕ್ಸ್‌ರೇ ರಶ್ಮಿಗಳನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸಿ, ಆದರಲ್ಲಿ ಯಾವಯಾವ ತರಂಗಮಾನದ ರಶ್ಮಿಗಳಿರುವುವೆಂದು ತಿಳಿದುಕೊಳ್ಳಬೇಕಾದರೆ, ಆ ಹರಳನ್ನು

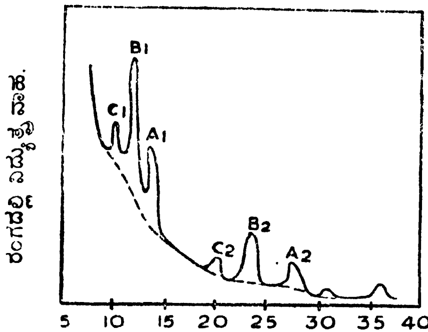
ಇದ್ದಲ್ಲಿಯೇ ತನ್ನ ಅಚ್ಚಿನ ಮೇಲೆಯೇ ತಿರುಗಿಸಬೇಕು. ಹೀಗೆ ತಿರುಗಿಸುವಾಗ, ಎಕ್ಸ್‌ರೇಯು ಹರಳಿನಮೇಲೆ ಬೀಳುವ ದಿಕ್ಕು ಬದಲು ಬದಲಾಗಿ, ಬೇರೆಬೇರೆ ತರಂಗಮಾನದ ರಶ್ಮಿಗಳು ಬೇರೆಬೇರೆ ರೇಖೆಗಳನ್ನು ಹುಟ್ಟಿಸುವುವು. ಇದೇ ಡಿ. ಬ್ರೋಲಿ ಎಂಬ ಶಾಸ್ತ್ರಜ್ಞನ



ಬ್ರೇಗ್ಸ್ ಎಕ್ಸ್‌ರೇ ಸ್ಪೆಕ್ಟ್ರೋಮೀಟರ್.

ಸ್ಪೆಕ್ಟ್ರೋಮೀಟರಿನ ತತ್ವ. ಡಬ್ಲ್ಯೂ. ಎಚ್. ಬ್ರೇಗ್ಸ್ ಎಂಬಾತನು **1912** ನೇ ಇಸವಿಯಲ್ಲಿ ಒಂದು ಎಕ್ಸ್‌ರೇ ಸ್ಪೆಕ್ಟ್ರೋಮೀಟರನ್ನು ತಯಾರಿಸಿದನು. ಅದರಲ್ಲಿ ಹರಳಿನಿಂದ ಪ್ರತಿಫಲಿಸಿದ ಎಕ್ಸ್‌ರೇಯನ್ನು ಕಂಡು ಹಿಡಿಯುವುದಕ್ಕೆ ಫೋಟೋಸಾಧನದ ಬದಲಾಗಿ, ಒಂದು ಅಯಾನ

ರಂಗವನ್ನು ಇರಿಸಿದನು. ಎಕ್ಸ್‌ರೇಯು ಈ ರಂಗದ ಒಳಗಿಂದ ಹಾದು ಹೋದರೆ, ಅದರಲ್ಲಿದ್ದ ವಾಯುವಿನ ಅಣುಗಳು ಅಯಾನಗೊಳ್ಳುವುವು. ಈ ರಂಗಕ್ಕೆ ವಿದ್ಯುತ್ತಿನ ಮಿತವಾದ ಒತ್ತಾಟವನ್ನು ಕೂಡಿಸಿದೆ. ಇದರ ಸೆಳೆತದಿಂದ ಅಯಾನಗೊಂಡ ಅಣುಗಳು, ಹರಿದು ವಿದ್ಯುತ್ಪ್ರವಾಹವನ್ನು ಉಂಟುಮಾಡುವುವು. ಈ ಪ್ರವಾಹವನ್ನು ಬಹಳ ಸೂಕ್ಷ್ಮವಾದ ಯಂತ್ರಗಳ ಸಹಾಯದಿಂದ ಅಳೆದು, ಎಕ್ಸ್‌ರೇಯ ಶಕ್ತಿ ಅಥವಾ ತೀಕ್ಷ್ಣತೆಯನ್ನು ಕಂಡುಕೊಳ್ಳಬಹುದು. ಈ ಅಯಾನರಂಗವನ್ನು ಹರಳಿನ ಸುತ್ತಲೂ ವೃತ್ತಾಕಾರವಾಗಿ ತಿರುಗಿಸಿ, ಯಾವಯಾವ ದಿಕ್ಕುಗಳಲ್ಲಿ ಎಕ್ಸ್‌ರೇಯು ಹರಳಿನಿಂದ ಪ್ರತಿಫಲಿಸುವುದೆಂಬುದನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿಯಬಹುದು.



ಎಕ್ಸ್‌ರೇ ಬೀಳುವ ದಿಕ್ಕು.

ಹಿಂದೆ ತೋರಿಸಿದ ಸ್ಪೆಕ್ಟ್ರೋಮೀಟರಿನಲ್ಲಿ A ಯು ಎಕ್ಸ್‌ರೇ ನಳಿಗೆ, B ಸೀಸದ ಕಿಟಕಿ, C ಹರಳು, D ಅಯಾನರಂಗ. ಎಕ್ಸ್‌ರೇಯು ಬೇರೆಬೇರೆ ದಿಕ್ಕುಗಳಿಂದ ಹರಳಿನಮೇಲೆ ಬಿದ್ದಾಗ, ಆ ಅಯಾನರಂಗದಲ್ಲಿ ಉಂಟಾದ ವಿದ್ಯುತ್ಪ್ರವಾಹವನ್ನು ಮೇಲಿನ ಚಿತ್ರದಲ್ಲಿ ತೋರಿಸಿದೆ. ಈ ಚಿತ್ರದಲ್ಲಿ ಚುಕ್ಕಿಗಳಿಂದ ತೋರಿಸಿದ ಒಂದು ಬಾಗಿದ ಗೆರೆಯು

ಕಾಣುವುದು. ಆ ಗೆರೆಯಲ್ಲಿ ಅಲ್ಲಲ್ಲಿ A, B, C, ಎಂಬ ಗುರುತನ್ನು ಹಾಕಿದಲ್ಲಿ, ವಿದ್ಯುತ್ಪ್ರವಾಹದ ಪರಮಾವಧಿಯನ್ನು ಸೂಚಿಸುವುದು.

ಇದರ ಕಾರಣವನ್ನು ಈ ಮೊದಲೇ ಸಂಕ್ಷೇಪವಾಗಿ ತಿಳಿಸಿರುವೆವು. ಇಲೆಕ್ಟ್ರೋನುಗಳು ವೇಗದಿಂದ ಚಲಿಸುತ್ತಿದ್ದು, ಲಕ್ಷ್ಯಕ್ಕೆ ಬಡಿದಾಗ, ಅದರಿಂದ ಎಕ್ಸ್‌ರೇಯು ಹೊರಡುವುದಷ್ಟೆ! ಆಗ ಎಲ್ಲಾ ತರಂಗಗಳುಳ್ಳ ಅವಿಚ್ಛಿನ್ನವಾದ ಎಕ್ಸ್‌ರೇಗಳು (Continuous X-Rays) ಹೊರಡುವುವು. ಅವುಗಳೊಡನೆಯೇ ಸೇರಿಕೊಂಡು, ಲಕ್ಷ್ಯವು ಯಾವ ಲೋಹದಿಂದ ಮಾಡಲ್ಪಟ್ಟಿರುವುದೋ, ಅದಕ್ಕೆ ಅನುಗುಣವಾದ ನಿಶ್ಚಿತ ಅಳತೆಯ ಎಕ್ಸ್‌ರೇಯೂ ಇರುತ್ತದೆ. A, B, C ಎಂಬ ಗುರುತುಗಳು ಲಕ್ಷ್ಯದ ಲೋಹಕ್ಕೆ ಸಂಬಂಧಪಟ್ಟ ಎಕ್ಸ್ ಕಿರಣಗಳನ್ನು (Characteristic X-Rays) ಸೂಚಿಸುವುವು.

ಎಕ್ಸ್‌ರೇ ವರ್ಗಕ್ಕೆ ಸೇರಿದ ಎಲ್ಲಾ ಕಿರಣಗಳೂ ಅಲೆಗಳಂತೆಯೇ ಚಲಿಸುತ್ತವೆಂದು ಈ ವೊದಲೇ ತಿಳಿಸಿದ್ದೆವು. ಇದನ್ನೇ ತರಂಗವಾದ (Wave Theory) ವೆನ್ನುತ್ತಾರೆ. ಈ ವಾದವನ್ನು ಒಪ್ಪುವುದಾದರೆ, ಕಿರಣಗಳನ್ನು ವಿಸ್ತರಿಸುವ ಯಾವುದಾದರೂ ವಸ್ತುವಿನಿಂದ ಶಕ್ತಿಯು ಅನುಸ್ಯೂತವಾಗಿ ಹೊರಗೆ ಬರುವುದೆಂದಹಾಗಾಯಿತು. 1900 ನೇ ಇಸವಿಯಲ್ಲಿ ಜರ್ಮನಿಯ ಮೇಕ್ಸ್ ಪ್ಲಾಂಕ್ (Max Planck) ಎಂಬಾತನು ಇಂತಹ ತರಂಗವಾದದಿಂದ, ಕಿರಣಗಳನ್ನು ಕುರಿತು ಎಲ್ಲಾ ವಿಷಯಗಳನ್ನೂ ಸಮಾಧಾನಕರವಾಗುವಂತೆ ವಿವರಿಸಲು ಬರುವುದಿಲ್ಲವೆಂದನು. ಅವು ಒಂದೇ ಧಾರೆಯಾಗಿರದೆ, ವಿಚ್ಛಿನ್ನವಾಗಿ (discontinuous) ತುಂಡುಗಳಂತೆ ಅಣುಗಳ ರೂಪದಲ್ಲಿ ಹೊರಹೊಮ್ಮುವುವು ಎಂಬ ಇನ್ನೊಂದು ನವೀನವಾದವನ್ನು ಈತನು ಹೂಡಿದನು. ಇದಕ್ಕೆ ಪರಿಮಿತಿವಾದ (Quantum Theory) ವೆಂದು ಹೆಸರು. ಉದಾಹರಣೆ:—ನೀರನ್ನು ಒಂದೇ ಧಾರೆಯಾಗಿ ಸುರಿಯಬಹುದು. ಹಾಗೆ ಹಣವನ್ನು ಹರಿಯಿಸಲು ಸಾಧ್ಯವಿಲ್ಲ. ಹಣದ ಅತ್ಯಂತ ಸಣ್ಣಮಿತಿಯು ಪೈ—ಕಾಸು. ನಾವು ಯಾರಿಗಾದರೂ 7, 8, ರಂತೆ ಪೂರ್ಣಾಂಕೆಯ ಪೈಗಳನ್ನು ಕೊಡಬಹುದೇ

ಹೊರತು, $7\frac{1}{2}$, $8\frac{1}{4}$ ಹೀಗೆ ಪೈಯ ಅಂಶವನ್ನು ಕೊಡಲಿಕ್ಕೆ ಬರುವುದಿಲ್ಲ. ಏಕೆಂದರೆ ಪೈಗಿಂತಲೂ ಚಿಕ್ಕದಾದ ಮಿತಿಯು ನಮ್ಮಲ್ಲಿಲ್ಲ. ಒಂದು ಇಳಿಜಾರಿನಲ್ಲಿ ನಾವು ಜಾರುವಾಗ, ನಮ್ಮ ಜಾರು ವಿಕೆಯು ಅವಿಚ್ಛಿನ್ನವಾಗಿ ನಡೆಯಬಹುದು. ಅದಕ್ಕೆ ಬದಲು ನಾವು ಮೆಟ್ಟಲನ್ನು ಇಳಿಯುವಾಗ, ಪ್ರತಿ ಮೆಟ್ಟಲಿನಲ್ಲಿ ತಡೆದು ನಿಂತು, ಆಮೇಲೆ ಇಳಿಯಬೇಕು. ಹೀಗೆ ಇಳಿಯುವಾಗ ನಾವು 5 ಅಥವಾ 6 ನೇ ಮೆಟ್ಟಲಲ್ಲಿ ನಿಲ್ಲಬೇಕೇ ಹೊರತು $5\frac{1}{2}$ ಅಥವಾ $6\frac{1}{2}$ ಮೆಟ್ಟಲಲ್ಲಿ ನಿಲ್ಲಲು ಬಂದೀತೇ? ಹೀಗೆ ಎಕ್ಸ್‌ರೇವರ್ಗದ ಎಲ್ಲಾ ಕಿರಣಗಳಲ್ಲಿ ಒಂದು ಅವಿಚ್ಛಿನ್ನತೆಯಿಲ್ಲ. ಅವು ಪರಿಮಿತಿಯುಳ್ಳ ಅಣುಗಳ ಮಾಲೆಗ ಳಿಂದ ಕೂಡಿದ ಕಿರಣಗಳು. ಇಂತಹ ಒಂದೊಂದು ಪರಿಮಿತಿಯ ಅಣುವನ್ನು ಪ್ರಭಾಣು (Photon) ಎನ್ನುತ್ತಾರೆ. ಹೀಗೆ ಶಕ್ತಿಯು ಅನುಸ್ಯೂತವಾಗಿರದೆ, ಅಣುರೂಪವಾಗಿರುವುದನ್ನೇ ಪರಿಮಿತಿವಾದ ವೆನ್ನುವರು.

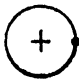
1905 ನೇ ಇಸವಿಯಲ್ಲಿ ಐನ್‌ಸ್ಟೈನ್ (Einstein) ಎಂಬ ಜರ್ಮನಿಯ ಪ್ರಸಿದ್ಧ ವೈಜ್ಞಾನಿಕನು, ಎಲ್ಲಾ ವಸ್ತುಗಳೂ ಬೆಳಕನ್ನು ವಿಸ್ತರಿಸುವಾಗಲೂ, ಬೆಳಕನ್ನು ಹೀರಿಕೊಳ್ಳುವಾಗಲೂ, ಈ ಪರಿಮಿತಿ ವಾದವನ್ನೇ ಅನುಸರಿಸುವುವೆಂದು ಸಕಾರಣವಾಗಿ ತೋರಿಸಿಕೊಟ್ಟು, ಪ್ಲಾಂಕನ ತತ್ವವನ್ನು ಅನುಮೋದಿಸಿದನು. ಈ ಪರಿಮಿತಿವಾದದಿಂದ ಆತನು ಪ್ರಭಾ ವಿದ್ಯುತ್ ಪರಿಣಾಮದ ಎಲ್ಲಾ ಸ್ವಭಾವಗಳನ್ನೂ ವಿವರಿಸಲು ಶಕ್ತನಾದನು. ಇದಕ್ಕಾಗಿಯೇ ಐನ್‌ಸ್ಟೈನನಿಗೆ 1905 ನೇ ಇಸವಿಯಲ್ಲಿ ನೋಬೆಲ್ ಬಹುಮಾನವು ದೊರಕಿತು. ಎಕ್ಸ್‌ರೇ ಜಾತಿಗೆ ಸೇರಿದ ಎಲ್ಲಾ ಕಿರಣಗಳ ಅತಿ ಚಿಕ್ಕಪ್ರಭಾಣುಗಳಲ್ಲಿಯೂ ಒಂದೇತರದ ಶಕ್ತಿಯಿರುವುದಿಲ್ಲ ಕಿರಣಗಳ ತರಂಗಮಾನವು ಚಿಕ್ಕ ದಾಗಿದ್ದರೆ, ಶಕ್ತಿಯು ಅಧಿಕವಾಗಿರುವುದು. ಶಕ್ತಿಯು ಅಧಿಕವಾಗಿದ್ದರೆ, ಅದರ ಪ್ರಭಾಣುವಿನಲ್ಲಿಯೂ ಶಕ್ತಿಯು ಹೆಚ್ಚಾಗಿರುವುದು. ಕಿರಣದ ತರಂಗಮಾನವು ದೊಡ್ಡದಾಗಿದ್ದರೆ—ಪ್ರಭಾಣುವಿನ ಶಕ್ತಿಯು ಕಡಿಮೆ ಯಾಗುವುದು. ಉದಾಹರಣೆ—ನಮ್ಮ ದೇಶದಲ್ಲಿ ರೂಪಾಯಿಗಳೇ

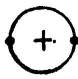
ಹೆಚ್ಚಾಗಿ ಚಲಾವಣೆಯಲ್ಲಿರುವುದರಿಂದ, ತೀರ ಸಣ್ಣ ಪರಿಮಿತಿಯ ನಾಣ್ಯವು ಒಂದು ಪೈ. ಇಂಗ್ಲೆಂಡಿನಲ್ಲಿ ಪವನುಗಳು ಚಲಾವಣೆಯಲ್ಲಿರುವುದರಿಂದ, ಅಲ್ಲಿಯ ಚಿಕ್ಕ ಪರಿಮಿತಿಯ ನಾಣ್ಯವು ಒಂದು ಪೆನ್ನಿ. ಒಂದು ಪೆನ್ನಿಯ ಬೆಲೆಯು ಪೈಗಿಂತ ಹೆಚ್ಚಾಗಿರುವುದು. ಅದು ಹೇಗೂ ಇರಲಿ. ಪ್ರತಿ ಪ್ರಭಾಣುವಿನಲ್ಲಿರುವ ಶಕ್ತಿಯು ತೀರ ಕಡಿಮೆಯೇ ಸರಿ! ಆದುದರಿಂದಲೇ ಅದು ಇಷ್ಟುಕಾಲ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳ ಶೋಧನೆಗೆ ಸಿಕ್ಕಲಿಲ್ಲ. ಯಾವುದಾದರೊಂದು ಕಿರಣದಲ್ಲಿ ಒಂದು ಕ್ಷಣಕ್ಕೆ ಹೊರಡುವ ಅಲೆಗಳ ಸಂಖ್ಯೆಯನ್ನು v (ನ್ಯೂ) ಎಂದು ಕರೆಯೋಣ. ರಶ್ಮಿಯಲ್ಲಿ ಶಕ್ತಿಯು ಹೆಚ್ಚಿದ್ದರೆ ಈ ಸಂಖ್ಯೆಯೂ ಹೆಚ್ಚಾಗುವುದು. ಪ್ರತಿಯೊಂದು ಪ್ರಭಾಣುವಿನಲ್ಲಿರುವ ಶಕ್ತಿಯು **hv** ಎಂದು ತಿಳಿದಿರುವುದು. **h** ಎಂಬುದೊಂದು ಸ್ಥಿರಸಂಖ್ಯೆ. ಇದು ಬಹಳ ಚಿಕ್ಕದಾಗಿರುವುದು. ಇದರ ಮೊತ್ತವು .0000000000000000000000000065 ಅಥವಾ 6.5×10^{-27} ಇಷ್ಟೊಂದು ಚಿಕ್ಕದಾಗಿರುವ ಸಂಖ್ಯೆಯನ್ನು v ಯಿಂದ ಗುಣಿಸಿದರೆ ಪ್ರಭಾಣುವಿನಲ್ಲಿರುವ ಶಕ್ತಿಯ ಮೊತ್ತವು ಸಿಕ್ಕುವುದು. ಅದರ ಪ್ರಮಾಣವು ಎಷ್ಟು ಅಲ್ಪವಾಗಿರುವುದೆಂದು ನೀವೇ ಯೋಚಿಸಬಹುದು.

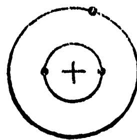
ಇಂತಹ ಪರಿಮಿತಿವಾದದ ಆಧಾರದಮೇಲೆಯೇ ನೀಲ್ಸ್ ಬೋರ್ **(Niels Bohr)** ಎಂಬಾತನು, 1913 ನೇ ಇಸವಿಯಲ್ಲಿ, ತನ್ನ 24ನೇ ವಯಸ್ಸಿನಲ್ಲಿಯೇ ವಸ್ತುಗಳು ಬೇರೆಬೇರೆ ಶಕ್ತಿಯ ರಶ್ಮಿಗಳನ್ನು ಹೇಗೆ ವಿಸ್ತರಿಸುವುವು, ಎಂಬ ಹೊಸ ಸಿದ್ಧಾಂತವನ್ನು ಪ್ರಕಟಿಸಿ ಪ್ರಸಿದ್ಧಿ ಪಡೆದನು. ಭೂಲೋಕದಲ್ಲಿ ಈಗ ಜೀವಂತರಾಗಿರುವ ವಿಜ್ಞಾನಿಗಳಲ್ಲಿ ಇವನೇ ಸುಪ್ರಸಿದ್ಧನೆಂದು ಹೇಳಬಹುದು.

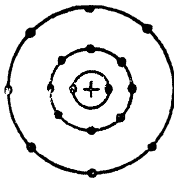
ಎಲ್ಲಾ ಪರಮಾಣುಗಳಲ್ಲಿಯೂ ಪ್ರೋಟೋನುಗಳ ಕೇಂದ್ರವಿರುವುದೆಂದೂ, ಅದರ ಸುತ್ತಲೂ ಇಲೆಕ್ಟ್ರೋನುಗಳು ತಿರುಗುತ್ತಿರುವುವೆಂದೂ ಹಿಂದೆ ಹೇಳಿರುವೆವು. ಆದರೆ, ಎಲ್ಲಾ ಇಲೆಕ್ಟ್ರೋನುಗಳೂ ಒಂದೇ

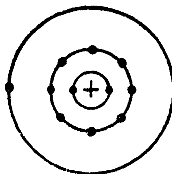
ವೃತ್ತದಲ್ಲಿರದೆ, ಬೇರೆಬೇರೆ ವೃತ್ತಗಳಲ್ಲಿ ತಿರುಗುತ್ತವೆ. ಜಲಜನಕ ಪರಮಾಣುವಿನ ವೃತ್ತದಲ್ಲಿ ಒಂದೇ ಒಂದು ಇಲೆಕ್ಟ್ರೋನಿದೆ. ಹೀಲಿಯಮಿನಲ್ಲಿ ಎರಡುಂಟು. ಇವೆರಡು ಇಲೆಕ್ಟ್ರೋನುಗಳುಕೂಡ ಪ್ರಥಮವೃತ್ತದಲ್ಲಿಯೇ ಸುತ್ತುವುವು. ಈ ವೃತ್ತದಲ್ಲಿ ಎರಡಕ್ಕಿಂತ ಹೆಚ್ಚು ಇಲೆಕ್ಟ್ರೋನುಗಳ ಸಂಚಾರಕ್ಕೆ ಆಸ್ಪದವಿಲ್ಲ. ಎರಡು ಇಲೆಕ್ಟ್ರೋನುಗಳಿಂದಲೇ ಆ ವೃತ್ತವು ಪೂರ್ಣವಾಗಿದೆ. ಲೀಥಿಯಮ್ ಧಾತುವಿನಲ್ಲಿ ಮೂರು ಇಲೆಕ್ಟ್ರೋನುಗಳು ಇರುವುದರಿಂದ, ಮೂರನೆಯ ಇಲೆಕ್ಟ್ರೋನು ಎರಡನೇ ವೃತ್ತದಲ್ಲಿಯೇ ತಿರುಗುವುದು. ಹೀಗೆ ಎರಡನೇ ವೃತ್ತದಲ್ಲಿ 8 ಇಲೆಕ್ಟ್ರೋನುಗಳಿಗೆ ಸ್ಥಳವಿರುತ್ತದೆ. ಮೂರನೇ ವೃತ್ತದಲ್ಲಿಯೂ


ಜಲಜನಕ.


ಹೀಲಿಯಮ್.


ಲೀಥಿಯಮ್.


ಸೋಡಿಯಮ್.


ಕ್ಲೋರಿನ್.

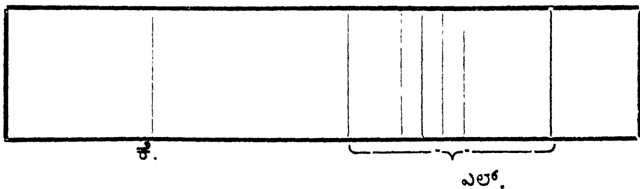
8 ಇಲೆಕ್ಟ್ರೋನುಗಳಿಗೆ ಆಸ್ಪದವಿದೆ. ಹೀಗೆ ಹೊರಗಿನ ವೃತ್ತಗಳಲ್ಲಿರುವ ಇಲೆಕ್ಟ್ರೋನುಗಳ ಸಂಖ್ಯೆಯನ್ನು ಪರಮಾಣುಸಂಖ್ಯೆಯೆನ್ನುವರು.

ಎಲ್ಲಾ ಇಲೆಕ್ಟ್ರೋನುಗಳೂ ಕೆಲವು ನಿಶ್ಚಿತಪಥಗಳಲ್ಲಿ ತಿರುಗುವುವೇ ಹೊರತು ಬೇರೆ ಕಡೆಗಳಲ್ಲಿ ತಿರುಗಲಾರವು. ಒಂದೊಂದು ಪಥದಲ್ಲಿ

ತಿರುಗುವ ಇಲೆಕ್ಟ್ರೋನುಗಳಿಗೆ ಒಂದೊಂದು ಪ್ರಮಾಣದ ಶಕ್ತಿಯಿರುವುದು. ಇಲೆಕ್ಟ್ರೋನು ತನ್ನ ಪಥದಲ್ಲಿಯೇ ತಿರುಗಿಕೊಂಡಿರುವಾಗ, ಅದಕ್ಕೆ ಯಾವ ಶಕ್ತಿಲೋಪವೂ ಉಂಟಾಗುವುದಿಲ್ಲ. ಯಾವುದಾದರೊಂದು ಧಾತುವನ್ನು ನಾವು ಬಿಸಿಮಾಡಿದರೆ, ಅಥವಾ ಅದರ ಮೂಲಕ ವಿದ್ಯುತ್ತನ್ನು ಕಳುಹಿಸಿದರೆ, ಆಗ ಕೊನೆಯ ವೃತ್ತದಲ್ಲಿದ್ದ ಇಲೆಕ್ಟ್ರೋನುಗಳು ತಮ್ಮ ಪಥದಿಂದ ಒತ್ತರಿಸಲ್ಪಟ್ಟು ಇನ್ನೂ ಹೊರಗಿರುವ ಯಾವುದಾದರೊಂದು ಪಥವನ್ನು ಸೇರುವುವು. ಹೀಗೆ ಹೊರಗಿನ ಪಥದಲ್ಲಿರುವಾಗ ಅವಕ್ಕೆ ಶಕ್ತಿಯು ಅಧಿಕವಾಗಿರುವುದು. ತಿರುಗಿ ಅವು ತಮ್ಮ ಪೂರ್ವಸ್ಥಾನಕ್ಕೆ ಬರುವುವು. ಹೀಗೆ ಬರುವಾಗ ಅವುಗಳು ಗಳಿಸಿದ ಅಧಿಕಶಕ್ತಿಯು ಪ್ರಭಾಣುರೂಪದಲ್ಲಿ ಬಿಡುಗಡೆಹೊಂದುವುದು. ಈ ಪ್ರಭಾಣುವೇ ಸ್ಪೆಕ್ಟ್ರೋಮಿಾಟರಿನಲ್ಲಿ ಒಂದು ರೇಖೆಯಾಗಿ ಕಾಣುವುದು. ಸೋಡಿಯುಮಿನ ಬೆಳಕಿನಲ್ಲಿ ಹಳದಿಬಣ್ಣದ ಎರಡು ಗೆರೆಗಳುಮಾತ್ರ ತೋರುವುವು. ಆದರೆ, ಸೂರ್ಯರಶ್ಮಿಯನ್ನು ಸ್ಪೆಕ್ಟ್ರೋಮಿಾಟರಿನ ಮೂಲಕ ವಿಂಗಡಿಸಿ ಪರೀಕ್ಷಿಸಿದಾಗ, ಇಂತಹ ಹಳದಿಗೆರೆಯಿದ್ದ ಸ್ಥಳದಲ್ಲಿ ಬೇರೆ ಯಾವ ಬೆಳಕೂ ತೋರದೆ, ಬರಿಯ ಕಪ್ಪುಗೆರೆಯು ಕಾಣಿಸುವುದು. ಇದಕ್ಕೆ ಕಾರಣವೇನೆಂದರೆ, ಸೂರ್ಯಮಂಡಲದ ವಾತಾವರಣದಲ್ಲಿ ಸೋಡಿಯುಮಿನ ಅನಿಲವಿರುವುದು. ಇದು ಸೂರ್ಯಮಂಡಲದಷ್ಟು ಉಷ್ಣವಾಗಿಲ್ಲ. ಆದುದರಿಂದ ಸೂರ್ಯರಶ್ಮಿಯು ಸೂರ್ಯನಿಂದ ಹೊರಟು, ಈ ಅನಿಲದಮೂಲಕ ಹಾದುಹೋಗುವಾಗ, ಸೋಡಿಯುಮಿನ ಪರಮಾಣುಗಳು ಹಳದಿಕಿರಣಗಳನ್ನು ಹೀರಿಕೊಳ್ಳುತ್ತವೆ. ಎಲ್ಲಾ ಧಾತುಗಳೂ ಯಾವಯಾವ ರಶ್ಮಿಗಳನ್ನು ವಿಸ್ತರಿಸುವವೋ, ಆ ರಶ್ಮಿಗಳನ್ನು ಇತರಸಂದರ್ಭಗಳಲ್ಲಿ ಹೀರಿಕೊಳ್ಳುತ್ತವೆ. ಈ ವಿಷಯವನ್ನು ಕಿರ್ಕಾಫ್ (Kirchoff) ಎಂಬವನು ಕಂಡುಹಿಡಿದನು. ಕಣ್ಣಿಗೆ ಗೋಚರವಾಗುವ ಮತ್ತು ಅಲ್ಟ್ರಾವಯೊಲೆಟ್ ರಶ್ಮಿಗಳನ್ನು ಕೊಡುವ ಇಲೆಕ್ಟ್ರೋನುಗಳು ಎಲ್ಲಕ್ಕಿಂತಲೂ ಹೊರಗಿನ ಪಥದಲ್ಲಿರುವುವುಗಳೇ !

ಪ್ರತಿಯೊಂದು ಧಾತು ಇಲ್ಲವೇ ಲೋಹವು, ಒಂದೊಂದು ತರಂಗ ಮಾನದ ಎಕ್ಸ್‌ರೇಯನ್ನು ಕೊಡುವುದೆಂದು ಮುಂಚೆ ಹೇಳಿದೆ. ಇಂತಹ ಲೋಹಗಳು ಎಕ್ಸ್‌ರೇಯನ್ನು ಹೀರಿಕೊಳ್ಳುತ್ತವೆ. ಆದರೆ ತಾವು ಹೀರಿಕೊಂಡ ಎಕ್ಸ್‌ರೇಯನ್ನು ಇವು ತಿರುಗಿ ವಿಸ್ತರಿಸುವುದಿಲ್ಲ. ಎಲ್ಲಾ ಪರಮಾಣುಗಳೊಳಗಿನ, ಎರಡೇ ಇಲೆಕ್ಟ್ರೋನುಗಳು ಸುತ್ತಿ ಕೊಂಡಿರುವ ಮೊದಲನೆಯ ವೃತ್ತಕ್ಕೆ ಕೆ. ವೃತ್ತವೆಂದೂ, ಎರಡನೆಯ ದಕ್ಕೆ ಎಲ್. ಎಂದೂ, ಮೂರನೆಯದಕ್ಕೆ ಎಮ್. ಎಂದೂ ಹೆಸರು. ಯಾವುದಾದರೊಂದು ಲೋಹದಮೇಲೆ ಬಹಳ ವೇಗದಿಂದ ಚಲಿಸುವ ಇಲೆಕ್ಟ್ರೋನುಗಳಾಗಲಿ, ಎಕ್ಸ್‌ರೇಯಾಗಲಿ ಬಂದು ಬಡಿಯುವಾಗ, ತೀರ ಒಳಗಿರುವ ಕೆ. ವೃತ್ತದಿಂದ ಒಂದು ಇಲೆಕ್ಟ್ರೋನ್ ಹೊಡೆದೋಡಿ ಸಲ್ಪಡುವುದೆಂದು ಊಹಿಸೋಣ. ಆಗ ಅದು ಒತ್ತಿನಲ್ಲಿರುವ ಪೂರ್ಣ ವಾದ ಇತರ ಪಥಗಳನ್ನು ಸೇರಲಾರದೆ, ಕೊನೆಯ ವೃತ್ತವನ್ನು ಹೋಗಿ ಸೇರುವುದು. ಇಲ್ಲವೇ ಪರಮಾಣುವಿನಿಂದಲೇ ದೂರವಾಗಿ ಬೇರೆಯಾಗು ವುದು. ಈಗ ಕೆ. ವೃತ್ತದಲ್ಲಿ ಒಂದು ಇಲೆಕ್ಟ್ರೋನಿನ ಅಭಾವವುಂಟಾಯಿ ತಷ್ಟೆ! ಆ ಸ್ಥಾನವನ್ನು ತುಂಬುವುದಕ್ಕೆ ಹೊರಗಿನ ಯಾವುದಾದ ರೊಂದು ವೃತ್ತದಿಂದ ಒಂದು ಇಲೆಕ್ಟ್ರೋನು ಕೆ. ವೃತ್ತಕ್ಕೆ ಹಾರಿಬರು ವುದು ಸ್ವಾಭಾವಿಕವಾಗಿದೆ. ಹೊರಗಡೆ ಹೆಚ್ಚು ಶಕ್ತಿಯಿರುವ ವೃತ್ತ ದಿಂದ ಒಳಗಡೆ ಕಮ್ಮಿ ಶಕ್ತಿಯಿರುವ ವೃತ್ತಕ್ಕೆ ಹಾರುವಾಗ, ಬಿಡುಗಡೆ ಯಾಗುವ ಅಧಿಕ ಶಕ್ತಿಯೇ ಎಕ್ಸ್‌ರೇಯಾಗಿ ಹೊರಗೆ ಪಸರಿಸುವುದು. ಇದು ಎಕ್ಸ್‌ರೇ ಸ್ಪೆಕ್ಟ್ರೋಮಿಾಟರಿನಲ್ಲಿ ಒಂದು ರೇಖೆಯಾಗಿ ಕಾಣಿಸು ವುದು. ಇದಕ್ಕೆ ಕೆ. ರೇಖೆಯೆಂದು ಹೆಸರು. ಕೆ. ವೃತ್ತದ ಖಾಲಿ ಸ್ಥಳವನ್ನು ತುಂಬುವುದಕ್ಕೆ ಎಲ್. ಎಂ. ಎನ್. ಅಥವಾ ಇನ್ನಾವ ಹೊರಗಿನ ವೃತ್ತದಿಂದಾಗಲಿ ಇಲೆಕ್ಟ್ರೋನು ಬರಬಹುದು. ಹೀಗೆ ಒಂದೊಂದು ಪಥದಿಂದ ಬರುವಾಗ ಒಂದೊಂದು ತರದ ಶಕ್ತಿಯುಳ್ಳ ಎಕ್ಸ್‌ರೇ ಉಂಟಾಗುವುದರಿಂದ, ಸ್ಪೆಕ್ಟ್ರೋಮಿಾಟರಿನಲ್ಲಿ ಕೆ. ರೇಖೆಯ ಸಮಿಾಪವಾಗಿ ಇನ್ನೂ ಕೆಲವು ಹತ್ತಿರಹತ್ತಿರವಾಗಿರುವ ರೇಖೆಗಳೂ ಕಾಣಿಸುವುವು. ಈ ರೇಖಾಸಮೂಹಕ್ಕೇ ಕೆ. ಶ್ರೇಣಿ (K· series)

ಎಂದು ಹೆಸರು. ಹೀಗೆಯೇ ಎಲ್. ವೃತ್ತದಿಂದ ಇಲೆಕ್ಟ್ರೋನು ಹೊರಗೋಡಿಸಲ್ಪಟ್ಟು, ಆ ಸ್ಥಳವನ್ನು ತುಂಬಲು ಅದರ ಹೊರಗಿನ ವೃತ್ತಗಳಿಂದ ಇಲೆಕ್ಟ್ರೋನುಗಳು ಒಳಗೆ ಬಂದಲ್ಲಿ ಎಲ್. ಶ್ರೇಣಿ (L. series) ಎಂಬ ರೇಖಾಸಮೂಹವು ತೋರಿಬರುವುದು. ಎಲ್. ರೇಖೆಗಿಂತಲೂ ಕೆ. ರೇಖೆಗೆ ಹೆಚ್ಚು ಶಕ್ತಿಯಿದೆ. ಕೆ. ರೇಖೆಗಿಂತಲೂ ಕೆ. ವೃತ್ತದಿಂದ ಇಲೆಕ್ಟ್ರೋನನ್ನು ಹೊರಗೆ ಓಡಿಸಿದ ಎಕ್ಸ್‌ರೇಗೆ ಹೆಚ್ಚುಶಕ್ತಿಯಿರಬೇಕು. ಆದುದರಿಂದ ಒಂದು ವಸ್ತುವು ಹೀರಿಕೊಳ್ಳುವ ಎಕ್ಸ್‌ರೇಯು ಅದು ವಿಸ್ತರಿಸುವ ಎಕ್ಸ್‌ರೇಗಿಂತಲೂ ಅಧಿಕಶಕ್ತಿಯುಳ್ಳುದಾಗಿರಬೇಕು.



ಟಂಗ್‌ಸ್ಟೆನ್ನಿನ ವರ್ಣಪಂಕ್ತಿ.

ಎಕ್ಸ್‌ರೇಯ ಬದಲಾಗಿ ವೇಗದಿಂದ ಚಲಿಸುವ ಇಲೆಕ್ಟ್ರೋನುಗಳನ್ನು ಯಾವುದಾದರೊಂದು ಧಾತುವಿನಮೇಲೆ ಎಸೆದರೆ ಅವುಗಳೇ ಕೆ. ಮತ್ತು ಎಲ್. ವೃತ್ತಗಳಿಂದ ಇಲೆಕ್ಟ್ರೋನುಗಳನ್ನು ಹೊರಕ್ಕೆ ತಳ್ಳುವುವು. ಆಗ ಆ ಧಾತುವಿನಿಂದ ಕೆ. ಮತ್ತು ಎಲ್. ಎಕ್ಸ್‌ರೇ ಉಂಟಾಗುವುವು. ಈ ಕೆ. ಎಕ್ಸ್‌ರೇಗಿಂತಲೂ ಅದನ್ನುಂಟುಮಾಡಿದ ಇಲೆಕ್ಟ್ರೋನಿನ ಚಲನಶಕ್ತಿಯು ಅಧಿಕವಾಗಿರಬೇಕು. ಎಕ್ಸ್‌ರೇನಳಿಗೆಯೊಳಗೆ ಬಹಳ ವೇಗದಿಂದ ಚಲಿಸುವ ಇಲೆಕ್ಟ್ರೋನುಗಳು ಲೋಹದ ಲಕ್ಷ್ಯದಮೇಲೆ ಬಡಿದು, ಅಲ್ಲಿಂದ ಎಕ್ಸ್‌ರೇ ಹೊರಡುವುದಷ್ಟೆ! ಇಂತಹ ಎಕ್ಸ್‌ರೇಯನ್ನು ಸ್ಪೆಕ್ಟ್ರೋಮೀಟರಿನ ಸಹಾಯದಿಂದ ಪರಿಶೀಲಿಸಿದರೆ ಎಕ್ಸ್‌ರೇಶಕ್ತಿಯ ಅಧಿಕಾಂಶವು ಅವಿಚ್ಛಿನ್ನವಾಗಿರುವಂತೆ (continuous) ಕಾಣುವುದು. ಉಳಿದವು ಲಕ್ಷ್ಯಕ್ಕೆ ಅನುಗುಣವಾದ ರೇಖೆಗಳುಮಾತ್ರ.

ಇನ್ನು ಕೆಲವು ಸಂದರ್ಭಗಳಲ್ಲಿ ಹೊರಗಿನ ಪಥದಿಂದ ಇಲೆಕ್ಟ್ರೋನು ಒಳಗಿನ ಪಥಕ್ಕೆ ಹಾರುವಾಗ, ಈ ಅಧಿಕಶಕ್ತಿಯೆಲ್ಲಾ ಪರಮಾಣುವಿನ ಇತರ ಇಲೆಕ್ಟ್ರೋನುಗಳನ್ನು ಹೊರಕ್ಕೆ ದೂಡುವುದರಲ್ಲಿ ವ್ಯಯವಾಗುವುದೇ ಹೊರತು, ಎಕ್ಸ್‌ರೇ ಪ್ರಭಾಣುವು ಬಾರದಿರುವುದೂ ಉಂಟು.

ಹೆಚ್ಚಾಗಿ ಎಲ್ಲಾ ಧಾತುಗಳೂ ಕೆ. ಮತ್ತು ಎಲ್. ರೇಖೆಗಳನ್ನು ಕೊಡುವುವಾದರೂ, ಬೇರೆಬೇರೆ ಧಾತುಗಳಲ್ಲಿ ಬೇರೆಬೇರೆ ಶಕ್ತಿಯ ಎಕ್ಸ್‌ರೇ ರೇಖೆಗಳು ಉಂಟಾಗುವುವು. ಪರಮಾಣುವಿನ ರಚನಾಕ್ರಮವನ್ನು ಪರೀಕ್ಷಿಸುವಾಗ, ಒಂದು ಧಾತುವಿಗೂ ಅದರನಂತರದ ಇನ್ನೊಂದು ಧಾತುವಿಗೂ ಕೆ. ಮತ್ತು ಎಲ್. ಮೊದಲಾದ ವೃತ್ತಗಳಲ್ಲಿ ಯಾವತರದ ಭೇದವೂ ತೋರುವುದಿಲ್ಲ. ಕೊನೆಯ ವೃತ್ತದಲ್ಲಿಮಾತ್ರ ಒಂದೊಂದೇ ಇಲೆಕ್ಟ್ರೋನು ಹೆಚ್ಚಾಗುತ್ತ ಹೋಗುವುದು. 19ನೇ ಶತಮಾನದಲ್ಲಿ, ಎಂದರೆ, ಪರಮಾಣುವಿನ ರಚನಾಕ್ರಮವನ್ನು ತಿಳಿಯುವ ಮುಂಚೆ, ಧಾತುಗಳನ್ನು ಅವುಗಳ ಪರಮಾಣುತೂಕದ ಪ್ರಕಾರ 92 ವಿಧವಾಗಿ ವಿಭಜಿಸುತ್ತಿದ್ದರು. ಪರಮಾಣುಭಾರದ ಕ್ರಮದಂತೆಯೇ ಅವುಗಳ ಗುಣಸ್ವರೂಪಗಳು ಬದಲಾಗುವುವೆಂದೂ ತಿಳಿದಿದ್ದರು. 1918ನೇ ಇಸವಿಯಲ್ಲಿ ಮೋಸ್ಲೆ (Mosley) ಎಂಬಾತನು ಇನ್ನೊಂದು ಪ್ರಾಮುಖ್ಯವಾದ ವಿಷಯವನ್ನು ಕಂಡುಹಿಡಿದನು. ಆತನು ಎಲ್ಲಾ ಧಾತುಗಳ ಕೆ. ಮತ್ತು ಎಲ್. ರೇಖೆಗಳನ್ನು ಎಕ್ಸ್‌ರೇ ಸ್ಪೆಕ್ಟ್ರೋಮಿಾಟರಿನಲ್ಲಿ ಪಡೆದನು. ಈ ಧಾತುಗಳ ಪರಮಾಣುಸಂಖ್ಯೆಯು ಒಂದೊಂದಾಗಿ ಹೆಚ್ಚಿದಂತೆ ಅವಕ್ಕೆ ಸಂಬಂಧಪಟ್ಟ ಕೆ. ಮತ್ತು ಎಲ್. ರೇಖೆಗಳ ತರಂಗಮಾನವೂ ಕ್ರಮದಂತೆ ಕಡಿಮೆಯಾಗುತ್ತ ಹೋಗುವುದೆಂದು ಅವನು ತೋರಿಸಿಕೊಟ್ಟನು. ಆದುದರಿಂದ ನಾವು ಧಾತುಗಳ ಪಟ್ಟಿಯನ್ನು ತಯಾರಿಸುವಾಗ, ಅವುಗಳ ಪರಮಾಣುಸಂಖ್ಯೆಯನ್ನು ಅನುಸರಿಸಬೇಕೇಹೊರತು, ಪರಮಾಣುತೂಕವನ್ನಲ್ಲ. ಆದರೆ ಸಾಮಾನ್ಯವಾಗಿ ಪರಮಾಣುಸಂಖ್ಯೆ ಹೆಚ್ಚಾದರೆ, ಪರಮಾಣುತೂಕವೂ ಹೆಚ್ಚಾಗುವುದು. ಎರಡು ಸಂದರ್ಭಗಳಲ್ಲಿಮಾತ್ರ ಇದಕ್ಕೆವಿರೋಧವಿದೆ.

	ಪರಮಾಣು ತೂಕ.	ಪರಮಾಣು ಸಂಖ್ಯೆ.
ಕೋಬಾಲ್ಟ್	58·97	27
ನಿಕ್ಕಲ್	58.68	28
ಟೆಲ್ಲೂರಿಯಂ	127.5	52
ಅಯೊಡಿನ್	126.92	53

ಯಾವುದಾದರೊಂದು ಧಾತುವಿನ ಗುಣಸ್ವಭಾವಗಳು ಪರಮಾಣುಸಂಖ್ಯೆಯಮೇಲೆಯೇ ಅಧಿಕವಾಗಿ ಹೊಂದಿಕೊಂಡಿರುವುದೇ ಹೊರತು, ಅದರ ಪರಮಾಣುವಿನ ಭಾರದಮೇಲಲ್ಲ. ಯಾವುದಾದರೂ ಸಂಯುಕ್ತದ ವರ್ಣಪಟ್ಟಿಯನ್ನು ತೆಗೆದುನೋಡಿದರೆ, ಅದರಲ್ಲಿ

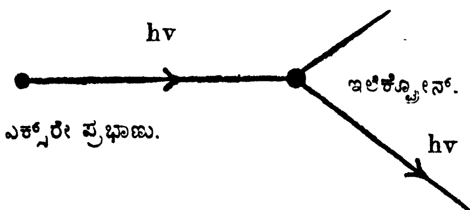
ಮೋಸ್ಲೆಯ ಕೆ. ರೇಖಾಪಟ್ಟಿ.

ಸೇರಿದ ಪ್ರತಿಯೊಂದು ಮೂಲಧಾತುವೂ ಅದಕ್ಕೆ ಸಂಬಂಧಪಟ್ಟ ಕೆ. ಮತ್ತು ಎಲ್. ರೇಖೆಗಳನ್ನು ಕೊಡುವುದು. ಆದುದರಿಂದ ಬರೀ ವರ್ಣಪಟ್ಟಿಯನ್ನು ನೋಡಿ, ಅದು ಯಾವ ಧಾತುವೆಂದೂ, ಅಥವಾ ಆ ಸಂಯುಕ್ತದಲ್ಲಿ ಯಾವಯಾವ ಧಾತುಗಳಿರುವುವೆಂದೂ ಕಂಡು

ಹಿಡಿಯುಬಹುದು. ಇಂತಹ ವರ್ಣಪಟ್ಟಿಯು ಆಯಾ ಧಾತುಗಳ ಮುದ್ರಿಕೆಯೆನ್ನಬಹುದು.

1923 ನೇ ಇಸವಿಯಲ್ಲಿ ಎ. ಎಚ್. ಕೋಂಪ್ಟನ್ ಎಂಬಾತನು ಎಲ್ಲಾ ಕಿರಣಗಳೂ ಪರಿಮಿತಿವಾದವನ್ನೇ ಅನುಸರಿಸಿಕೊಂಡಿರುವು ವೆಂದು ತೋರಿಸುವುದಕ್ಕೆ ಇನ್ನೊಂದು ಮಹತ್ವಾದ ಪರಿಶೋಧನೆ ಮಾಡಿದನು. ನೀರಿನಮೇಲೆ ಪಸರಿಸುವ ಅಲೆಗಳಿಗೆ ಯಾವುದಾದ ರೊಂದು ಬಂಡೆ ಅಡ್ಡವಾದರೆ, ಆಗ ಅಲೆಗಳು ಚದರಿಸಲ್ಪಡುವುವು. ಹೀಗೆ ಚದರಿದ ಅಲೆಗಳ ಉಬ್ಬು ಮತ್ತು ತಗ್ಗುಗಳು ವ್ಯತ್ಯಾಸ ವಾಗಬಹುದೇ ಹೊರತು, ಅವುಗಳ ತರಂಗಮಾನವೇನೂ ಬದಲಾ ಗುವುದಿಲ್ಲ. ಉದಾಹರಣೆಗಾಗಿ, ಒಂದು ತುಂಡು ಬೆಂಡಿನ ಚೂರನ್ನು ತೇಲಿಸಿಬಿಟ್ಟರೆ, ಅದರ ಅಡಿಯಲ್ಲಿ ಅಲೆಗಳು ಹಾದುಹೋಗುವಾಗ, ಬೆಂಡು ಇದ್ದಲ್ಲಿಯೇ ಅತ್ತಿತ್ತ ಓಲಾಡುವುದೇ ಹೊರತು ಅಲೆಗಳ ತರಂಗಮಾನವು ಹೆಚ್ಚುಕಡಿಮೆಯಾಗುವುದಿಲ್ಲ. ಅದರಂತೆಯೇ ಎಕ್ಸ್ ರೇಯೂ ವರ್ತಿಸುವುದಾದರೆ, ಅದು ಇತರಧಾತುಗಳ ಪರಮಾಣುಗಳ ಮೂಲಕವಾಗಿ ಹಾದುಹೋಗುವಾಗ, ಅವುಗಳ ಇಲೆಕ್ಟ್ರೋನುಗಳನ್ನು ಅತ್ತಿತ್ತ ಓಲಾಡಿಸುವುದೇಹೊರತು ತನ್ನ ತರಂಗಮಾನದಲ್ಲಿ ಬದ ಲಾಗುವುದಿಲ್ಲ. ಒಂದು ಬಣ್ಣದ ಕೆ. ರಶ್ಮಿಯನ್ನು ಉಪಯೋಗಿಸಿ, ಯಾವುದಾದರೊಂದು ಧಾತುವಿನಿಂದ ಚೆದರಿಸಲ್ಪಟ್ಟ ರಶ್ಮಿಗಳನ್ನು ವಿಭ ಜಿಸಿ ಪರೀಕ್ಷಿಸಿದರೆ, ಅವರ ತರಂಗಮಾನವು ಬದಲಾಗಿರಕೂಡದಾದುದ ರಿಂದ, ಮೊದಲು ಉಪಯೋಗಿಸಿದ ಕೆ. ರೇಖೆ ಹೊರತು ಬೇರೆ ಯಾವುದೂ ಇರಕೂಡದು. ಆದರೆ ಕಾಂಪ್ಟನನು ಕೆ. ರಶ್ಮಿಗಳನ್ನು ಅಂಗಾರದ ಮೇಲೆ ಪ್ರಯೋಗಿಸಿ, ಅದರ ಅಣುಗಳಿಂದ ಚೆದರಿಸಲ್ಪಟ್ಟ ಎಕ್ಸ್‌ರೇಯನ್ನು ಸ್ಪೆಕ್ಟ್ರೋಮಿಾಟರಿನ ಮೂಲಕ ವಿಭಜಿಸಿ ಪರೀ ಕ್ಷಿಸಿದಾಗ, ಮೊದಲಿನ ಕೆ. ರೇಖೆ ಮಾತ್ರವಲ್ಲದೆ, ಅದಕ್ಕಿಂತಲೂ ಹೆಚ್ಚಿನ ತರಂಗಮಾನದ ಇನ್ನೊಂದು ರೇಖೆಯನ್ನೂ ಕಂಡನು. ಈ ಹೊಸರೇಖೆಯೇ ಇವನು ಕಂಡುಹಿಡಿದಿರುವ ಹೊಸಸಂಗತಿ. ಇದಕ್ಕೆ ಕಾಂಪ್ಟನ್ ಪರಿಣಾಮ (Compton Effect) ವೆಂದು ಹೆಸರು.

ಈ ಹೊಸರೇಖೆಯು ತೋರಿಬಂದುದರಿಂದ, ಚದರಿದ ಎಕ್ಸ್‌ರೇಯಲ್ಲಿ ಬೇರೆ ತರಂಗಮಾನದ ಕಿರಣಗಳುಂಟೆಂದು ತಿಳಿದಂತಾಯಿತು. ಇದು ಉಂಟಾಗುವುದಕ್ಕೆ ಕಾರಣವೇನೆಂಬುದನ್ನು ಆತನೇ ಸುಲಭವಾಗಿ ವಿವರಿಸಿರುವನು. ಎಕ್ಸ್‌ರೇಯು ತರಂಗವೆಂದು ಹೇಳಿದುದೇ ತಪ್ಪು. ಅದು ಪ್ರಭಾಣುಗಳಂತೆ ಪರಿಮಿತಿವಾದವನ್ನೇ ಅನುಸರಿಸುವುದೆಂದು ತಿಳಿಯಬೇಕು. ಎಕ್ಸ್‌ರೇ ಪ್ರಭಾಣುವನ್ನು ಒಂದು ಗೋಲಿಯೆಂದು ಊಹಿಸಿರಿ. ಆಟದಲ್ಲಿ ಮುಂದಿನ ಒಂದು ಗೋಲಿಯು ಇದ್ದಲ್ಲಿದ್ದು ಹಿಂದಿನಗೋಲಿಯು ವೇಗದಿಂದ ಬಂದು ಅದಕ್ಕೆ ಬಡಿದರೆ, ಅದರ ಚಲನಶಕ್ತಿಯ ಸ್ವಲ್ಪಾಂಶವು ನಿಂತ ಗೋಲಿಗೆ ಸೇರಿ, ಅದೂ ಸ್ವಲ್ಪ ದೂರಕ್ಕೆ ಅತ್ತ ಸರಿಯುವುದು. ಮೊದಲಿನ ಗೋಲಿಗೆ ಈ ಬಡಿತದಿಂದ ಚಲನಶಕ್ತಿಯು ಕಡಿಮೆಯಾಗಿ, ಹೊಡೆತದ ದೆಸೆಯಿಂದ ಅದು ಪೂರ್ವದ ದಾರಿಯನ್ನು ಸ್ವಲ್ಪ ಬಿಟ್ಟು, ಬೇರೆ ದಾರಿಯಲ್ಲಿ ಮುಂದು ವರಿಯುವುದು. ಹೀಗೆಯೇ ಎಕ್ಸ್‌ರೇ ಪ್ರಭಾಣುವೂ ಬಹು ವೇಗದಿಂದ ಚಲಿಸಿ, ಇಲೆಕ್ಟ್ರೋನಿಗೆ ಬಡಿದು, ತನ್ನಲ್ಲಿದ್ದ ಶಕ್ತಿಯ ಸ್ವಲ್ಪಾಂಶವನ್ನು ಅದಕ್ಕೆ ಕೊಟ್ಟು, ಉಳಿದ ತನ್ನ ಸ್ವಲ್ಪವೇ ಶಕ್ತಿಯಿಂದ ಬೇರೆ ಹಾದಿಹಿಡಿಯುವುದು.



ಪ್ರಭಾಣುವಿನಲ್ಲಿ ಶಕ್ತಿ ಕಡಿಮೆಯಾಯಿತೆಂದರೆ, ಅದರ ತರಂಗಮಾನವು ಅಧಿಕವಾಯಿತೆಂದರ್ಥವು. ಸ್ಪೆಕ್ಟ್ರೋಮಿಾಟರಿನಲ್ಲಿ ಇನ್ನೊಂದು ಹೊಸರೇಖೆ ಕಾಣಲು ಇದೇಕಾರಣವು. ಹೀಗೆ ಹೊಡೆತಕ್ಕೆ ಗುರಿಯಾದ ಇಲೆಕ್ಟ್ರೋನು ಹಿಡಿಯುವ ಹಾದಿಯನ್ನು ನಾವು ಫೋಟೋತೆಗೆದು

ನೋಡಬಹುದು. ಈ ವಾದವನ್ನು ಆತನು ಪ್ರತ್ಯಕ್ಷ ಪ್ರಯೋಗಗಳಿಂದಲೂ ಸರಿಯೆಂದು ತೋರಿಸಿಕೊಟ್ಟನು. ಈ ಪರಿಣಾಮವು ಪರಿಮಿತಿವಾದವನ್ನು ಇನ್ನಷ್ಟು ಸಿದ್ಧಾಂತಗೊಳಿಸಿತು. ಇದಕ್ಕಾಗಿ ಕಾಂಪ್ಟನನಿಗೆ 1923 ನೇ ಇಸವಿಯಲ್ಲಿ ನೋಬೆಲ್ ಬಹುಮಾನವನ್ನು ಕೊಟ್ಟರು.

ಎಕ್ಸ್‌ರೇಯು ಯಾವುದಾದರೊಂದು ಅನಿಲದಮೂಲಕ ಹಾದು ಹೋದರೆ, ಅದು ಹೋದದಾರಿಯು ನಮಗೆ ಗೋಚರಿಸುವಂತೆ ಮಾಡಬಹುದು. ಅದರ ಚಿತ್ರವನ್ನು ತೆಗೆಯಬಹುದು. ಇದು ಹೇಗೆ ಸಾಧ್ಯವೆಂಬುದನ್ನು ಸಿ. ಟಿ. ಆರ್. ವಿಲ್ಸನ್ (C. T. R. Wilson) ಎಂಬಾತನು ತೋರಿಸಿಕೊಟ್ಟನು. ಇದರ ಮರ್ಮವನ್ನು ತಿಳಿದುಕೊಳ್ಳಬೇಕಾದರೆ, ನೀರಿನ ಆವಿಯು ಮೋಡವಾಗಿ ಅದರಿಂದ ಮಳೆಯುಂಟಾಗುವ ರೀತಿಯನ್ನು ಗಮನಿಸಬೇಕು. ಆವಿಯು ಗಾಳಿಗಿಂತ ಹಗುರವಾಗಿರುವುದರಿಂದ, ಅದು ಮೇಲಕ್ಕೇರಿ, ಒಟ್ಟಾಗಿ ಮೋಡವಾಗುವುದಷ್ಟೆ! ತಂಗಾಳಿಯು ಬೀಸಿದೊಡನೆಯೇ ಮೋಡವು ನೀರಿನ ಹನಿಗಳಾಗಿ ಕೆಳಗೆ ಬೀಳುವುದು. ಆವಿಯು ಹನಿಯಾಗಲು ಅದಕ್ಕೊಂದು ಆಧಾರವು ಬೇಕೇಬೇಕು. ಹನಿಯು ಯಾವಾಗಲೂ ಒಂದು ಕೇಂದ್ರಕ್ಕೆ ಅಂಟಿಕೊಳ್ಳುವುದು. ಗಾಳಿಯಲ್ಲಿ ಧೂಳೇ ಹೆಚ್ಚಾಗಿ ಇಂಥಾ ಮಳೆಹನಿಗೆ ಆಧಾರವಾಗಿರುವುದು. ಅದರ ಸುತ್ತಲೂ ಹನಿಯು ಕೂಡುವುದು. ಧೂಳಿನ ಬದಲಾಗಿ ಅಯಾನಗೊಂಡ ವಾಯುವಿನ ಅಣುಗಳ ಸುತ್ತಲೂ ಹನಿಯು ಕೂಡಬಹುದು. ವಿಲ್ಸನ್ ಎಂಬಾತನು ಒಂದು ಚಿಕ್ಕಗಾಜಿನ ರಂಗದಲ್ಲಿ ನೀರಿನತೇವ ತುಂಬಿದ ಗಾಳಿಯನ್ನು ಇರಿಸಿದನು. ಅಂತಹ ರಂಗದ ಮೇಲಿನ ಮುಚ್ಚಳವನ್ನು ಒಮ್ಮೆಯೇ ಎತ್ತಿದರೆ, ಗಾಳಿಯು ವಿಶಾಲಸ್ಥಳದಲ್ಲಿ ಹರಡಿ ಕೂಡಲೇ ತಂಪಾಗುವುದು. ಆ ಸಮಯದಲ್ಲಿ ಎಕ್ಸ್‌ರೇಯನ್ನು ಅದರಮೂಲಕ ಹಾದುಹೋಗುವಂತೆ ಮಾಡಿದರೆ, ಅದರ ಪಥದಲ್ಲಿರುವ ಅಣುಗಳು ಅಯಾನಗೊಳ್ಳುವುವು. ಇಂತಹ ಅಯಾನಗಳನ್ನೇ ಕೇಂದ್ರವಾಗಿಟ್ಟುಕೊಂಡು ನೀರಿನ ತೇವವು ಹನಿಯಾಗುವುದು. ಅದರಮೇಲೆ ಬಹಳ ಪ್ರಕಾಶವುಳ್ಳ ಬೆಳಕನ್ನು

ಹರಡಿ ಚಿತ್ರ ತೆಗೆದರೆ, ನೀರು ಹನಿಗೊಂಡಹಾದಿಯು ತೋರುವುದು. ಈ ಹಾದಿಯಿರುವಲ್ಲೆಲ್ಲಾ ವಾಯುವಿನ ಅಣುಗಳು ಅಯಾನಗೊಂಡಿರುವುವೆಂದು ಊಹಿಸಬಹುದು. ಈ ಸಾಧನಕ್ಕೆ ವಿಲ್ಸನಿನ ಮೇಘರಂಗ (Wilson's Cloud Chamber) ವೆಂದು ಹೆಸರು. ನವೀನ ಭೌತಿಕಶಾಸ್ತ್ರವು ಇದೊಂದು ಸಾಧನಕ್ಕೆ ತುಂಬ ಋಣಿಯಾಗಿದೆ.

ಮೇಘರಂಗದಲ್ಲಿ ಚಿತ್ರ ತೆಗೆದುದರಿಂದ ಎಕ್ಸ್‌ರೇಯು ತಾನು ಹಾದುಹೋದ ಅನಿಲವನ್ನು ಯಾವ ರೀತಿಯಲ್ಲಿ ಅಯಾನಗೊಳಿಸುವುದೆಂದು ತಿಳಿದುಬಂದಿತು. ಹೀಗೆ ತೆಗೆಯುವ ಚಿತ್ರಗಳಲ್ಲಿ ಎಕ್ಸ್‌ರೇಯು ಹಾದುಹೋದ ಪಥವು ಕಾಣದೆ, ಸುತ್ತಲೂ ಅತ್ತಿತ್ತ ವಕ್ರವಕ್ರವಾಗಿ ಹಾದುಹೋದ ಗುರುತುಗಳು ತೋರಿಬರುವುವು. ಆದುದರಿಂದ ಇಂತಹ ವಕ್ರವಕ್ರವಾದ ರೇಖೆಗಳಲ್ಲೂ ಅಣುಗಳು ಅಯಾನಗೊಂಡಿರುವವೆಂದು ತಿಳಿಯುವುದು. ಇದಕ್ಕೆ ಕಾರಣವೇನೆಂದರೆ, ಎಕ್ಸ್‌ರೇಯು ತಾನೇ ಅಣುಗಳನ್ನು ಅಯಾನಗೊಳಿಸುವುದಿಲ್ಲ. ಅದರ ಬದಲಿಗೆ ಅದು ತನ್ನ ಶಕ್ತಿಯಿಂದ ಪರಮಾಣುಗಳಲ್ಲಿಯ ಇಲೆಕ್ಟ್ರೋನುಗಳನ್ನು ತಳ್ಳಿಬಿಡುವುದು. ಈ ಇಲೆಕ್ಟ್ರೋನುಗಳೇ ತಮ್ಮ ಪಥದಲ್ಲಿಯ ಅಣುಗಳನ್ನು ಅಯಾನಗೊಳಿಸುವುವು. ಆದುದರಿಂದ ಯಾವುದಾದರೊಂದು ಅನಿಲವನ್ನು ಅಯಾನಗೊಳಿಸುವುದಕ್ಕೆ ಎಕ್ಸ್‌ರೇಯು ಮೂಲಕಾರಣವಾದರೂ, ಅದರಿಂದ ಬಿಡುಗಡೆ ಹೊಂದಲ್ಪಟ್ಟ ಇಲೆಕ್ಟ್ರೋನುಗಳೇ ಮುಖ್ಯಕಾರಣ.



೯. ಉಪಸಂಹಾರ.

ನಮ್ಮ ಭೂಮಿಯು ಒಂದು ವಿಶಾಲವಾದ ಗೋಳವು. ಅದರ ಸುತ್ತಳತೆಯು ಸುಮಾರು 25000 ಮೈಲು. ಸೂರ್ಯನು ಭೂಮಿಗಿಂತಲೂ ಹತ್ತುಲಕ್ಷಪಾಲು ದೊಡ್ಡವನು. ಸೂರ್ಯನಿಗಿಂತಲೂ ಹತ್ತುಲಕ್ಷಪಾಲು ದೊಡ್ಡದಾದ ನಕ್ಷತ್ರಗಳೂ ವಿಶ್ವದಲ್ಲಿ ಅಸಂಖ್ಯಾಕವಾಗಿವೆ. ರಾತ್ರಿಯಲ್ಲಿ ನೀವು ಆಕಾಶವನ್ನು ನೋಡಿದರೆ, ಮಿನುಗುವ ಅನೇಕ ಚಿಕ್ಕಚಿಕ್ಕ ನಕ್ಷತ್ರಗಳು ತೋರುವುವು. ಇವೆಲ್ಲವೂ ನಿಜವಾಗಿಯೂ ನಾವು ಎಣಿಸುವಷ್ಟು ಚಿಕ್ಕವಾಗಿಲ್ಲ. ಎಲ್ಲಾ ನಕ್ಷತ್ರಗಳೂ ಸೂರ್ಯನಂತೆಯೇ ಪ್ರಕಾಶವುಳ್ಳವುಗಳೇ. ಭೂಲೋಕದ ಯಾವುದಾದರೊಂದು ಸಮುದ್ರದ ತೀರದಲ್ಲಿ ಒಟ್ಟಿಗೆ ಎಷ್ಟು ಮಳಲಿನ ಹರಳುಗಳಿವೆಯೋ, ಅಷ್ಟು ನಕ್ಷತ್ರಗಳು ವಿಶ್ವವನ್ನು ವ್ಯಾಪಿಸಿರುವುವು. ಅವುಗಳು ಅಷ್ಟೊಂದು ದೊಡ್ಡವುಗಳಾಗಿದ್ದರೂ, ಬಹಳ ದೂರದಲ್ಲಿರುವುದರಿಂದ ಬರೀ ಚುಕ್ಕಿಗಳಂತೆ ತೋರುವುವು. ಕೆಲವು ನಕ್ಷತ್ರಗಳಿಂದ ಬೆಳಕು ಕ್ಷಣವೊಂದಕ್ಕೆ 186000 ಮೈಲು ವೇಗದಲ್ಲಿ ಬರುವುದಾದರೂ ಅದು ನಮ್ಮ ಭೂಮಿಯನ್ನು ಸೇರಬೇಕಾದರೆ, ಹತ್ತುಕೋಟಿ ವರ್ಷಗಳು ಬೇಕಾಗುವುವು. ಬೆಳಕು ಸೂರ್ಯನಿಂದ ಭೂಮಿಗೆ ಬಂದು ಸೇರುವುದಕ್ಕೆ 8½ ನಿಮಿಷ ತಾಗುವುದು. ಸೂರ್ಯನಿಗೂ ಭೂಮಿಗೂ ಇರುವ ದೂರವು 92 ಮಿಲಿಯ ಮೈಲುಗಳು. ಆದುದರಿಂದ ವಿಶ್ವವು ಎಷ್ಟು ವಿಶಾಲವಾಗಿರುವುದೆಂದೂ ಅದರಲ್ಲಿ ಎಷ್ಟೊಂದು ವಸ್ತುಗಳಿರಬೇಕೆಂದೂ, ಅವುಗಳೆಲ್ಲಾ ಎಷ್ಟು ಕೋಟಿ ವರ್ಷಗಳಿಂದ ಇದ್ದಿರಬೇಕೆಂದೂ, ನೀವೇ ಯೋಚಿಸಿರಿ. ವಿಶ್ವದೊಂದಿಗೆ ನಮ್ಮ ಭೂಮಿಯನ್ನು ಹೋಲಿಸಿದರೆ, ಅದೊಂದು ಅಣುಪ್ರಮಾಣವನ್ನೂ ಹೊಂದಲಾರದು. ಒಬ್ಬ ಮನುಷ್ಯನ ಜೀವನಕಾಲವಿರಲಿ—ಮಾನವವಂಶದ ಚಾರಿತ್ರಕಕಾಲವನ್ನೇ ವಿಶ್ವದ

ಪ್ರಾಯದೊಂದಿಗೆ ಹೋಲಿಸಿದರೆ, ಅದೂ ಒಂದು ಕ್ಷಣವಾಗಿ ತೋರುವುದು. ಇಂತಹ ಅಗಾಧವಾದ ವಿಶ್ವದ ಒಂದು ಮಳಲಿನ ಕಣದ ಚಿಕ್ಕ ಅಂಶದಲ್ಲಿ ಅರೆಕ್ಷಣ ಅಂಟಿಕೊಂಡಿರುವವನಂತೆ ಮನುಷ್ಯನಿರುವನು.

ಆದರೇನು? ಮನುಷ್ಯನು ಸಾಮಾನ್ಯನೇ? ಮಳಲಿನ ಕಣದ ಒಂದು ಮೂಲೆಯಲ್ಲಿಯೇ ಕುಳಿತುಕೊಂಡವನಂತಿದ್ದರೂ, ದೂರದರ್ಶಕಗಳ ಸಹಾಯದಿಂದ ಎಲ್ಲಾ ಗ್ರಹಗಳ ದೂರವನ್ನೂ, ಚಲನೆಯನ್ನೂ ಕಂಡುಹಿಡಿದಿರುವನು. ಸೂರ್ಯನ ಮತ್ತು ಎಲ್ಲಾ ನಕ್ಷತ್ರಗಳ ಭಾರವನ್ನೂ, ಉಷ್ಣವನ್ನೂ ಕಂಡುಹಿಡಿದಿರುವನು. ನೂರುಸಾವಿರ ಬೆಳಕಿನ ವರ್ಷಗಳಷ್ಟು (Light years) ದೂರವಿರುವ ನಕ್ಷತ್ರಗಳೂ ಅವನಿಗೆ ಎಟಕುವುವು. ಇನ್ನೂ ದೊಡ್ಡದೊಡ್ಡ ದುರ್ಬೀನುಗಳನ್ನು ನಿರ್ಮಿಸಿ, ಇನ್ನಷ್ಟುದೂರ ವಿಶ್ವವನ್ನು ದಾಟುವ ಆಶೆಯೂ ಅವನಿಗಿರುವುದು.

ಮನುಷ್ಯನು ಗಾತ್ರದಲ್ಲಿ ಚಿಕ್ಕವನಾಗಿರಬಹುದು; ದುರ್ಬಲನಾಗಿಯೂ ಇರಬಹುದು. ಅವನು ಹುಟ್ಟಿ ಕೆಲವು ವರ್ಷಗಳಲ್ಲಿಯೇ ಈ ಇಳೆಯೆಂಬ ನಾಟಕರಂಗದಿಂದ ನಿವೃತ್ತನಾಗಬಹುದು. ಆದರೆ ಅವನಲ್ಲಿ ಎಲ್ಲಕ್ಕೂ ಮಿಗಿಲಾದ ಬುದ್ಧಿ–ಮಿದುಳು–ವಿಚಾರ–ಜ್ಞಾನಗಳಿರುವುವು. ಈ ಬುದ್ಧಿಯೇ ವಿಶ್ವವನ್ನು ವ್ಯಾಪಿಸುವುದು–ವಿಶ್ವವನ್ನೂ ಮೀರುವುದು. ಕೆಲವುವೇಳೆ ಅನಂತವನ್ನೂ ಇಣಿಕಿನೋಡುವುದು.

ಮನುಷ್ಯನು ತನ್ನ ಬುದ್ಧಿಸಾಮರ್ಥ್ಯದಿಂದಲೇ ವಿಶ್ವದ ಎಲ್ಲಾ ಸಂಗತಿಗಳನ್ನೂ, ಸೃಷ್ಟಿಸೌಂದರ್ಯಗಳನ್ನೂ ತಿಳಿದುಕೊಂಡಿರುವನು. ಅದರಂತೆಯೇ ಕಣ್ಣಿಗೆ ಗೋಚರವಾಗದಷ್ಟು ಸೂಕ್ಷ್ಮವಾದ ಪ್ರಪಂಚವನ್ನೂ ಹೊಕ್ಕಿರುವನು. ಅಣುಪರಮಾಣುಗಳನ್ನೆಲ್ಲ ಬಿಡಿಸಿ ನೋಡಿರುವನು. ಪರಮಾಣುವಿನ ಅತ್ಯಾಶ್ಚರ್ಯಕರವಾದ ರಚನೆಯನ್ನು ತಿಳಿದುಕೊಂಡಿರುವನು. ಮಹಾ ಪ್ರಪಂಚದಲ್ಲಿ ಸೃಷ್ಟಿಲೀಲೆಯು ಎಷ್ಟು ವಿಚಿತ್ರವಾಗಿರುವುದೋ, ಸೂಕ್ಷ್ಮ ಪ್ರಪಂಚದಲ್ಲಿಯೂ ಅದು ಅಷ್ಟೇ

ಆಶ್ಚರ್ಯಕರವಾಗಿದೆಯೆಂದು ಕಂಡುಹಿಡಿದಿರುವನು. ಎಕ್ಸ್‌ರೇಯ ಸಹಾಯದಿಂದ 10^{-8} ಸೆಂಟಿಮೀಟರಿನಷ್ಟು ಚಿಕ್ಕದಾಗಿರುವ ಪ್ರಮಾಣವನ್ನು ಅಳೆದಿರುವನು. ಹರಳಿನ ಒಳಗಿರುವ ಶಿಲ್ಪಚಾತುರ್ಯವನ್ನು ಕಂಡು ಬೆರಗಾಗಿರುವನು. 6.5×10^{-27} ಇಷ್ಟೊಂದು ಚಿಕ್ಕದಾದ ಸಂಖ್ಯೆಯನ್ನು ಎಳ್ಳಷ್ಟೂ ತಪ್ಪಿಲ್ಲದೆ ಅಳೆದಿರುವನು. ಮನುಷ್ಯನಿಗೆ ಮಹಾ ಪ್ರಪಂಚವನ್ನು ಹುಗುವುದಕ್ಕೆ ದುರ್ಬೀನು ಸಹಾಯವಾಗುವಂತೆ, ಕಿರಿಯ ಪ್ರಪಂಚಕ್ಕೆ ಇಳಿಯುವುದಕ್ಕೆ ಎಕ್ಸ್‌ರೇಯು ಸಾಧಕವಾಗಿರುವುದು.

ಇಷ್ಟಾದರೂ, ಮಾನವನು ವಿಜ್ಞಾನದ ಪರಮಾವಧಿಯನ್ನು ಇನ್ನೂ ಮುಟ್ಟಿರುವುದಿಲ್ಲ. ವಿಷಯಗಳನ್ನು ಅವನು ಕಂಡುಹಿಡಿದಷ್ಟೂ, ಮೇಲೆಮೇಲೆ ಹೊಸವಿಷಯಗಳು ಅವನಿಗೆ ತೋರಿಬರುವುವು. ಹೀಗಾಗಿ, ಪ್ರಕೃತಿ ದೇವತೆಯು ಶಾಸ್ತ್ರಜ್ಞನೊಡನೆ ಕಣ್ಣುಮುಚ್ಚಾಟವನ್ನು ಆಡುತ್ತಿರುವಂತೆ, ಕೆಲವು ವಿಷಯಗಳನ್ನು ಬಹಿರಂಗ ಪಡಿಸುತ್ತಲೂ, ಕೆಲವನ್ನು ಮರೆಮಾಡುತ್ತಲೂ ಇರುವುದು. ಆ ಪ್ರಕೃತಿಯ ಸಂಪೂರ್ಣರಹಸ್ಯವನ್ನು ಹೊರಗೆಡಹಬೇಕೆಂದು ವಿಜ್ಞಾನಿಯು ಮಾಡುವ ಪ್ರಯತ್ನವು, ದಿಗಂತವನ್ನು ಮುಟ್ಟಬೇಕೆಂದು ಓಡುವ ಮನುಷ್ಯನ ಸಾಹಸದಂತೆಯೇ ಆಗುವುದರಲ್ಲಿ ಸಂದೇಹವಿಲ್ಲ. ಆದರೂ ಇದರಿಂದ ವಿಜ್ಞಾನಿಯು ನಿರಾಶನಾಗುವುದಿಲ್ಲ. ಅಗಾಧವಾದ ಸಮುದ್ರದ ತಳದಿಂದ ಅಮೂಲ್ಯವಾದ ಮುತ್ತುರತ್ನಗಳನ್ನು ಹೆಕ್ಕಿತರುವವನಂತೆ, ಅವನು ರಹಸ್ಯಮಯವಾದ ವಿಶ್ವದಲ್ಲಿ ಅಡಗಿರುವ ಸತ್ಯವೆಂಬ ರತ್ನವನ್ನು ಹೊರಕ್ಕೆ ತೆಗೆದು, ಜನೋಪಕಾರವನ್ನೂ, ತನ್ಮೂಲಕ ಜಗದೀಶನಿಗೆ ಪ್ರೀತಿಯನ್ನೂ ಉಂಟುಮಾಡುವುದರಿಂದಲೇ ತೃಪ್ತಿಹೊಂದುವನು.

The Antiseptic Press, Madras.